This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com

Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guide per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

+ *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.

+ *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.

+ *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.

+ *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertati di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da `http://books.google.com`

Stanford University Libraries
3 6105 000 905 757

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

SERIE IV. - Tomo X. [illegible] 1899

IL NUOVO CIMENTO

PERIODICO

FONDATO DA

O. MATTEUCCI e R. PIRIA

CONTINUATO DA

R. FELICI

A. BATTELLI V. VOLTERRA

ORGANO

DELLA

SOCIETÀ ITALIANA DI FISICA

Collaboratori per i sunti:

A. BARTORELLI - E. CRESCINI - E. CASTELLI - G. ERCOLINI

G. FAÈ - G. RIZZI - A. STEFANINI

PISA

DALLA TIPOGRAFIA PIERACCINI

1899

Dei lavori inediti, pubblicati dal NUOVO CIMENTO, vengono date 50 copie gratis agli Autori.

Digitized by Google

INDICE *(seguito)*.

(A. Stefanini). **Philosophical Magazine.** Giugno 1899.

	Pagina
Johonnott E. S. jun. — Spessore della macchia nera nelle lamine liquide	397
Griffiths A. — Nota sulla sorgente di energia nella convezione diffusiva	398
Griffiths A. — Studio di un apparecchio per la misura della velocità della diffusione dei solidi disciolti nei liquidi.	ivi
Shakespear G. A. — Applicazione di un metodo d' interferenza alla determinazione del modulo di Young per i fili, e sua relazione coi cambiamenti di temperatura e di magnetizzazione; sua applicazione allo studio del cambiamento delle dimensioni dei fili di ferro e di acciaio con la magnetizzazione	ivi
Stoney G. J. — Denudazione e deposizione - Parte II	400
Stoney G. — La quantità di ossigeno dell' atmosfera, confrontata con quella della crosta terrestre	ivi
Lord Rayleigh. — Sul calcolo della frequenza delle vibrazioni fondamentali, con un esempio tratto dall' idrodinamica	ivi
Società Italiana di Fisica	LXVII

IL PROGRESSO

Rivista mensile illustrata

delle

Invenzioni, Scoperte e Novità

Abbonamento annuo: Italia L. 5; Estero L. 7.

Premio gratuito: Coloro che spediranno l' importo d' abbonamento, direttamente all' Amministrazione, riceveranno *gratis*: **Le Meraviglie dell' Elettricità**, il cui prezzo è di L. 4 pei non abbonati.

Dirigere le domande all' Amministrazione del **Progresso**, *Via Ormea*, N. 3, TORINO.

Digitized by Google

IL NUOVO CIMENTO

ANNO XLV

22 91 1ST 53 005 XL 0415

Digitized by Google

Digitized by Google

VERBALI

DELLE ADUNANZE TENUTE NELLA TERZA ASSEMBLEA GENERALE

DELLA

SOCIETÀ ITALIANA DI FISICA

DURANTE

IL CONGRESSO NAZIONALE DEGLI ELETTRICISTI A COMO

PEL CENTENARIO DELLA PILA

dal 18 al 23 Settembre 1899

Prima seduta.

(21 Settembre, mattina).

La terza Assemblea della Società Italiana di Fisica è dal Presidente Professore A. Ròiti dichiarata aperta alle ore 9. Sono presenti una cinquantina di Soci, e scusano la loro assenza i Professori Naccari, Sandrucci e Vicentini.

Sono pure presenti gli ospiti Signori:

Ayrton di Londra — Hospitalier di Parigi — Lemström di Helsingförs — Mascart e Pellat di Parigi — Pockels di Dresda — Riecke di Gottinga — Silvanus Thompson di Londra — Sarasin di Ginevra — Voigt di Gottinga — Wiedemann di Erlangen.

Segretari dell' Assemblea sono nominati i Soci Cirri ed Oddone.

Il Presidente, dopo un saluto agli illustri Colleghi esteri ed un caldo ringraziamento al Sindaco di Como ed ai Comaschi, espone l'operato della Presidenza e del Consiglio durante l'anno 1898-99.

È un fatto compiuto l'aumento di due ore settimanali per la Fisica nei Licei, ed è mercè i buoni uffici del Presidente scaduto, Senatore Blaserna.

Per quanto riguarda la questione, sollevata l'anno scorso dal Socio C. Marangoni, del desiderato coordinamento fra i due insegnamenti della Matematica e della Fisica nei Licei, il

Digitized by Google

Ministero ha già uno schema di programma, compilato in conformità ai nostri voti dal Prof. E. D'Ovidio e dal Prof. R. Bettazzi, ed il Presidente ha motivo di ritenere che sarà nominata una Commissione per esaminarlo.

Al desiderio manifestato l'anno scorso di migliorare il programma della Fisica anche negli Istituti Tecnici, aggiungendo, secondo proposta del Socio E. Castelli, al 2° anno un corso di Meccanica e lasciando il resto della Fisica al 3° anno, vi è dubbio che si oppongano alcune incompatibilità coi programmi di Matematica; per cui la Presidenza opina che i Soci, i quali insegnano od hanno insegnato negl'Istituti Tecnici, si accordino in una proposta da mettersi in votazione nell'ultima seduta. Essi saranno perciò convocati dal Prof. Mazzotto.

Una modificazione nel Consiglio si era imposta per la nomina a Chieti del Bibliotecario Prof. Pasquini, il quale fu sostituito provvisoriamente col già Vice-segretario Dott. Pandolfi, mentre per Vice-segretario s'incaricò il Dott. Ercolini. Il Consiglio a questo proposito ritiene convenga modificare l'art. 4° dello Statuto affinchè il Vice-segretario abbia la medesima residenza del Presidente e scada insieme con lui. Dovendo ritoccare quest'articolo, il Presidente stima opportuno modificarne la forma anche in altri punti per toglier di mezzo alcuni dubbi che si presentano nell'applicarlo.

Consegna ai Segretari la nuova formola dell'articolo affinchè tutti ne prendano cognizione, e si possa deliberare in proposito nell'ultima seduta.

Consegna pure ai Segretari due articoli che propone di aggiungere al Regolamento per le esazioni.

Il Presidente, mercè lo zelo spiegato specialmente dai Soci Professori Stefanini e Sella, lascia sperare che per l'anno venturo sia già pubblicato l'Indice generale del *Nuovo Cimento*. Egli ha pensato che fosse interessante comprendere in quest'Indice anche i lavori italiani di Fisica sparsi negli Atti delle varie Accademie, ed in quest'ordine si è assicurato le schede delle principali raccolte. Prega i Soci a fornire gli schedari delle Società rimanenti.

A coloro che vorrebbero qualche modificazione nella compilazione del *Nuovo Cimento* suggerisce una concertazione

Digitized by Google

coi Soci Direttori presenti, Professori Battelli e Volterra, i quali vorranno riferirne nella nostra ultima seduta.

Per la questione dello studio delle *Seiches,* raccomandata, dietro proposta del Socio Volterra, con voto nell'adunanza di Torino, il Presidente ha pregato S. E. il Ministro della Pubblica Istruzione a voler sussidiare queste ricerche. Ed il Ministro fu sollecito a rispondere che metteva a nostra disposizione lire 1500 ripartite in due esercizi. La prima rata di lire 750 fu già riscossa. A nome della Società il Presidente ha ringraziato.

Il Prof. Tacchini, Direttore del R. Ufficio centrale di Meteorologia e Geodinamica, si mostrò pure favorevolissimo a queste ricerche, e vi si adoprò con alacrità così da ottenere dal Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio un assegno speciale, e da interessare il Genio Civile per la collocazione degli apparecchi registratori a Salò sul lago di Garda. Gli strumenti sono stati prestati dal R. Istituto geografico militare mercè la solerzia del Presidente, il quale ne affidò la riduzione opportuna al Prof. Chistoni.

Nominando il Prof. Tacchini, il Presidente si dice rattristato dal pensiero che colui che fece tanto per la Meteorologia e la Geodinamica, e così oculatamente diresse la carta magnetica d'Italia, abbia rinunziato alla direzione dell'Ufficio centrale, che egli con rara energia seppe così bene fondare e disciplinare. Tutta l'Assemblea s'associa alla proposta di ringraziarlo ed esprimergli il dispiacere che egli abbia abbandonata a sè l'opera sua. Fa voti perchè il successore spieghi un eguale interesse, anche per lo studio delle *Seiches.*

Il Presidente fa cenno dell'omaggio reso, per deliberazione del Consiglio, al Prof. Felici, nostro Presidente Onorario, nell'ottantesimo anniversario della sua nascita. La traduzione delle memorie di Lui sull'induzione elettro-dinamica, il Socio Dessau ha già compiuta, e si deve rinnovare un ringraziamento al Prof. Wiedemann qui presente che si assunse di scrivere un cenno biografico del festeggiato e farne accogliere il lavoro nella Raccolta dei Classici nelle scienze esatte, iniziata dal Prof. *Ostwald,* e continuata dal Prof. *von Oettingen.*

*

Digitized by Google

Al suo Presidente Onorario la Società Italiana di Fisica invia plaudendo, ancora un saluto, prima di cominciare i suoi lavori.

Le comunicazioni scientifiche si iniziano colla lettura, che dà il Prof. Somigliana, di una lettera inedita del Volta, diretta probabilmente ad uno scienziato ginevrino, dalla quale risulta che il sommo Comasco sul principio del secolo già si era occupato del fenomeno delle *Seiches* ed aveva impreso interessanti osservazioni sulla Meteorologia del lago di Como [1]).

Segue il Prof. Chistoni il quale spiega il modo in cui ridusse un mareografo a limnimetro e presenta i diagrammi ottenuti tanto su d'un pozzo fontanile a Modena, quanto nel recente impianto di Salò. Parla il sig. Ed. Sarasin per rammentare il suo limnimetro portatile, non senza prima portare al Congresso il gradito saluto della Società di Fisica e Storia Naturale di Ginevra e recarci in dono un esemplare di lusso dell'importante lavoro da lui eseguito insieme col sig. L. De la Rive sull'interferenza delle ondulazioni elettriche.

Il Presidente ringrazia.

L'adozione del limnimetro Sarasin è raccomandata dal Socio Blaserna, il quale lo dichiara notevolmente superiore a tutti gli altri dello stesso genere.

Il Prof. Chistoni dice ancora degli interessanti effetti di fulminazione da lui notati al R. Osservatorio G. Montanari posto sul Cimone, mostrando delle punte di nichel parzialmente fuse, ed il Prof. Wiedemann di Erlangen invita gli studiosi a determinare sul Cimone la energia del fulmine coi metodi adoperati dal Pockels in condizioni molto meno favorevoli. Colà si potrebbe anche verificare se la polarità magnetica dei basalti sia veramente dovuta a fulminazioni. — Il Prof. Chistoni è lieto che si propongano studi da fare sul Cimone, dà lode al Tacchini per la torre che vi ha fatto costruire, e invita gli scienziati a giovarsene per vari problemi.

Il Prof. Lemström di Helsingförs legge una nota sui fenomeni elettrici luminosi da lui ottenuti ad alte latitudini in collina e sulle analogie che sembrano mostrare colle aurore

1) Questa lettera sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Digitized by Google

polari. Espone ancora i metodi coi quali egli ha cercato di misurare la corrente elettrica dell'aria, che gli è risultata discendente, e raccomanda l'estensione di questi studi. Osserva però il Prof. Wiedemann che con differenza di potenziale così piccola non sarebbe possibile ottenere dall'aria una corrente, a meno che questa non fosse attraversata da scariche oscillanti di grande frequenza; e fa altre riserve.

Il Prof. Volterra di Torino legge una sua Memoria sul flusso di energia.

Dopo avere accennato alla Memoria del Poynting sul moto dell'energia nel campo elettro-magnetico ed a quella del Wien sul moto dell'energia non solo nel caso precedente, ma in quello della elasticità, della idrodinamica e del calore, esamina il caso in cui si tratta delle forze newtoniane e dei sistemi discontinui, e determina le leggi atte a rappresentare come fluisca l'energia meccanica corrispondente in tutto lo spazio, caso tralasciato finora, perchè ritenuto non suscettibile di trattazione, ma che d'altra parte è fondamentale, decisivo per la scienza dell'energia. Il Volterra, con grande semplicità di calcolo, tratta questo caso risolvendolo, indicandone le difficoltà che s'incontrano e dà infine le leggi espresse in vettoriali. Applica poi queste leggi ad alcuni casi particolari, ottenendo risultati che si presentano di una singolare curiosità. Il Volterra finisce segnando quale è la via da percorrere relativamente allo studio del flusso di energia che certamente stabilirà una unità e un nesso nella infinita moltiplicità dei fenomeni.

Seconda seduta.

(21 Settembre, pomeriggio).

Il Presidente annuncia che il Prof. Blaserna, dopo avere presentato alle LL. MM. ed a S. A. R. il Principe di Napoli tre copie della conferenza che di questi giorni il Prof. *Fleming* ha tenuto alla *British Association* in commemorazione di Volta, una quarta copia l'ha destinata alla biblioteca della nostra Società.

Digitized by Google

Il Prof. Donati di Bologna espone una relazione generale fra le correnti di una rete qualunque di fili conduttori, la quale comprende virtualmente tutta la teoria delle correnti stesse.

Essa relazione può dedursi dalle note formole; ma può stabilirsi anche indipendentemente fondandosi sul principio dell'energia e sul postulato: che per date forze elettromotrici la distribuzione delle correnti sia tale che il calore svolto nella rete risulti massimo. È poi applicabile anche al caso di correnti alternative sinusoidali, mediante l'introduzione degli immaginarii alla maniera nota, volgarizzata da Steinmetz.

Il Prof. E. Stracciati di Roma esordisce ricordando le unità termiche adottate provvisoriamente dalla Associazione Britannica nel 1896, e viene quindi a parlare delle esperienze più attendibili intorno al calore specifico dell'acqua. Si ferma più specialmente su quelle di Bartoli e Stracciati le quali, eseguite con più metodi differenti e con tutte le cure della moderna termometria, meritano la maggior fiducia. Mostra una tavola di risultati numerici facendo rilevare l'accordo fra quelli di Rowland, di Bartoli e Stracciati e quelli posteriori di Griffiths; conclude che, nell'intervallo di temperatura 15°-25°, il calore specifico dell'acqua varia così poco che può riguardarsi come costante. Questo risultato è di capitale importanza per la calorimetria, poichè se si accetta di prendere come unità di calore quella già proposta dal compianto Professor Bartoli, cioè la caloria a + 15° C. del termometro ad idrogeno, si può adoperar l'acqua nelle misure calorimetriche senza far correzioni per la variazione del suo calorico specifico, purchè la temperatura iniziale non sia inferiore a 12° e la finale non superi i 24°.

Passa poi in rassegna le varie unità che sono state usate o proposte quali la caloria a 0°, la caloria media fra 0° e 100°, il calore necessario a fondere 1 g. di ghiaccio ecc.; accenna ai vantaggi che presenterebbero, teoricamente, le unità indipendenti dalla scala delle temperature, ma conclude che, pei bisogni della calorimetria pratica, riesce più comoda e più adatta la caloria a 15°, e si augura che la Società Italiana di Fisica vorrà emettere il voto che venga universalmente adottata.

Digitized by Google

Termina ponendo in rilievo la differenza fra questa proposta e quella dell'Associazione Britannica.

L'A. B., stabilito che l'erg sia l'unità teoretica C. G. S. di calore, propone di definire la caloria come equivalente a 42 000 000 di erg, lasciando alla esperienza di determinare a quale temperatura debba prendersi l'acqua affinchè, per riscaldarne 1 g. di 1° C. del termometro a idrogeno, occorra quel numero di erg. Secondo le determinazioni di Rowland questa temperatura fu stimata 10°, ma ora dopo il confronto dei termometri di Rowland con quelli del *Bureau international des Poids et Mesures* discenderebbe a 7°, e sarebbe soggetta a variare ad ogni nuova determinazione dell'equivalente meccanico del calore. Invece con la proposta ora presentata alla Società Italiana di Fisica si definisce la caloria fissando con precisione la temperatura dell'acqua, e si lascia alla esperienza di determinare il rapporto fra l'erg e la caloria così definita. La unità termica riesce così invariabile ed indipendente dalla maggiore o minore approssimazione delle misure dell'equivalente meccanico del calore.

Il Prof. Silvanus Thompson rimpiange che non siano presenti nè il Prof. H. F. Weber nè il Prof. Pernet, poichè le recenti determinazioni fatte nel laboratorio di Zurigo confermano i risultati di Griffiths e quindi quelli di Bartoli e Stracciati. Egli, come membro del Comitato dell'A. B., rileva la convenienza che per quantità fra loro omogenee, come sono il calore, il lavoro ecc., si stabilisca una sola unità, indipendente dalle proprietà di qualsiasi sostanza.

Il Presidente Prof. Ròiti riconosce anche lui che per le varie forme di energia l'unità assoluta debba essere unica e precisamente quella già adottata, cioè l'erg col suo multiplo che ha preso il nome da Joule; ma osserva che spesso torna comodo, per non dir necessario nella pratica di ricorrere a qualche unità sussidiaria. Sulla scelta dell'unità sussidiaria per le determinazioni calorimetriche pare che l'accordo non sia lontano a stabilirsi, poichè tutta la differenza si riduce a questo: che alcuni vogliono fissare definitivamente il rapporto fra l'unità assoluta e l'unità sussidiaria, la quale dovrebbe andar ritoccata via via che si perfezioneranno le determi-

Digitized by Google

nazioni dell'equivalente dinamico del calore; mentre altri là vogliono definire indipendentemente da ogni concetto intorno alla natura del calore, salvo poi ad assegnare ed a modificare, col progresso dei metodi sperimentali, il ragguaglio fra essa e l'unità assoluta. Egli sta con questi ultimi e ne adduce le ragioni.

Il Socio Pitoni domanda la sospensiva, gli si associa Pacinotti, il Presidente e il Socio Rizzi la combattono. Non avendo i primi insistito nella loro proposta, la discussione si chiude coll'approvazione unanime della seguente deliberazione concertata fra il Ròiti, lo Stracciati ed il Righi:

« La Società Italiana di Fisica emette il voto che, come « unità pratica, sia adottata la quantità di calore necessa- « ria a riscaldare di 1° C. della scala del termometro ad idro- « geno un grammo di acqua a 15° C. dello stesso termome- « tro, venendo così ad assegnare il valore *uno* al calore spe- « cifico vero dell'acqua a questa temperatura ».

Il Prof. Battelli, Segretario della Società, prende la parola per dare una breve relazione sui lavori che si stanno eseguendo nell'Istituto fisico di Pisa sotto la sua direzione. Questi lavori riguardano principalmente due temi: lo studio della scarica elettrica e quello degli spettri d'assorbimento dei corpi liquidi e gasosi.

Il Prof. Battelli, insieme col Dott. Magri, ha iniziato uno studio sulle leggi che regolano il movimento dell'elettricità nelle scariche elettriche. L'elemento più difficile da determinare nel complicato problema è quello del periodo della scarica oscillatoria. Per la misura del periodo di oscillazione ha ideato una sirena con due specchi rotanti in modo da dare all'immagine una velocità di rotazione doppia di quella che darebbe uno specchio solo. La sirena, costruita nell'officina del Socio Santarelli, è messa in rotazione da un getto di vapore soprariscaldato. Un artifizio permette di misurare con esattezza il numero dei giri per secondo. Con questa sirena si possono fotografare scariche il cui periodo di oscillazione è 10^{-7} secondi.

Sul comportamento delle scariche elettriche nei gas rarefatti continuano i loro lavori i Dott. Pandolfi e Melani.

Digitized by Google

Il Dott. Telesca ha quasi ultimato un lavoro sopra il calore sviluppato nei tubi a vuoto percorsi da scariche oscillatorie. Il suo apparecchio è costituito da un condensatore il quale si scarica nel tubo rarefatto attraverso ad uno spinterometro e ad una spirale metallica. La spirale è introdotta in un opportuno calorimetro, come pure speciali calorimetri misurano il calore sviluppato nel tubo e nello spinterometro.

Il Prof. Battelli ed il Dott. Magri, hanno fatto alcune esperienze sulle scariche unipolari di cui ecco i risultati principali: Un tubo a vuoto, messo in comunicazione con una macchina elettrica per mezzo di un suo elettrodo soltanto, dà le apparenze luminose di un ordinario tubo di scarica. Ma sottoponendolo all'azione di un campo magnetico, i raggi che destano la fluorescenza sono deviati come i raggi catodici ordinari; l'aureola azzurrastra di fronte al magnete viene raccolta in un fascio più stretto che è deviato con legge opposta a quella seguita dai raggi catodici. Facendo penetrare i raggi catodici ed i raggi anodici così ottenuti in un apposito elettroscopio, si vede che i primi portano carica negativa ed i secondi positiva. I raggi catodici hanno azione riducente, i raggi anodici azione ossidante.

Il Prof. Battelli ed il Prof. Stefanini hanno intrapreso un lavoro *sulla misura della velocità dei raggi catodici.* Essi dispongono di un tubo di scarica lungo 6 metri. Distribuiti ad ugual distanza in questo tubo si trovano diversi elettrodi-sonde. Per mezzo di un dispositivo speciale, gli Autori misurano esattamente i tempi che la carica elettrica impiega a passare fra due elettrodi successivi: tempi che sono uguali fra loro, e quindi rappresentano la vera velocità con cui detta carica si trasporta. Essi hanno trovato velocità variabili colla rarefazione, da 60 a 120 chilometri al secondo.

Il secondo gruppo di lavori è sullo studio dello spettro di assorbimento delle radiazioni. Al Dott. Puccianti è affidato lo studio dell'*assorbimento nello spettro ultra rosso* per parte dei liquidi. Egli fa passare la luce di una opportuna sorgente per uno spettrometro a specchi con prisma di quarzo, e per un particolare vasetto in cui è posto il liquido assorbente, e la fa da ultimo cadere sopra un radiometro sensibilissimo di

Digitized by Google

speciale costruzione. I risultati del Puccianti portano a ritenere che l'assorbimento dipenda dai gruppi atomici che entrano a costituire la molecola.

Le ricerche sull'*assorbimento dello spettro luminoso per parte dei gas più comuni* furono eseguite dal Dott. Baccei. Determinando anche l'assorbimento dovuto alle loro mescolanze, trovò che l'assorbimento del miscuglio è uguale alla somma degli assorbimenti dovuti ai singoli componenti.

Il Prof. Righi, Vice Presidente, pregato dagli ospiti stranieri, fa una comunicazione in francese intorno agli ultimi suoi studi relativi all'assorbimento della luce per parte di un gas posto nel campo magnetico. Dopo aver richiamato le antecedenti sue pubblicazioni, descrive le nuove esperienze fatte con un reticolo Rowland di grande modello, dalle quali risulta dimostrato direttamente il fenomeno di Zeeman nella ipoazotide, confermando così il fatto già intravisto col suo metodo dei nicol incrociati. In seguito espone alcune nuove esperienze col vapore di sodio e coll'impiego di luce polarizzata, e dà una teoria dei fenomeni osservati che sembra in buon accordo coi fatti.

Finalmente il Prof. Alessandro Volta descrive i risultati ottenuti mediante esperienze eseguite per lo studio del comportamento dei corpi portati ad elevata temperatura rispetto ai raggi di Röntgen. Chiarisce così e conferma i fatti già annunciati nell'Assemblea di Torino.

Terza seduta.

(22 Settembre, mattina).

La seduta è aperta dal Presidente Prof. Ròiti alle ore dieci, dopo il ritorno dalla visita della tomba di Volta.

Sta all'ordine del giorno la discussione delle varie teorie della grandine. Ha la parola il Prof. Marangoni, il quale di tante teorie ritiene ancora per più plausibile quella data dal Volta, qualora sia adattata alle conoscenze moderne. Secondo il referente, non è difficile dimostrare la sospensione della grandine col bombardamento delle goccioline e susseguente proiezione per

Digitized by Google

ripulsione elettrica e centrifuga sui chicchi. Cerca di provare che il raffreddamento *progressivo,* per evaporazione, e per la soppressione dell' irradiazione terrestre, è sufficiente alla congelazione dell' acqua. Infine crede che l' ingrossamento dei chicchi sia subordinato alla sospensione colle attrazioni e ripulsioni elettriche generate dal confricamento fra lo strato nevoso ed il cumulo inferiore. Avendo il Volta pensato alla difesa contro la grandine, il Conferenziere parla dell' azione degli spari attribuendone specialmente l'efficacia al sibilo che determina la congelazione precoce del cumulo allo stato di soprafusione.

Il Prof. Bombicci espone le forme che può assumere il chicco di grandine, valendosi delle modalità cristallografiche dell'acqua ed anche di esempi di minerali riproducenti le stesse modalità sferoedriche e le altre dell'acqua cristallizzata. Presenta alquanti pezzi di vetro limpido nei quali si scorgono riprodotte dal silicato di calcio le più caratteristiche modalità dell'acqua cristallizzata capillare, nevosa, granellosa, mimetica e grandiniforme; e porge ai Congressisti in omaggio quadri sinottici ad illustrazione della monografia della grandine, con cognizioni che possono costituire un fattore non indifferente per giungere alla teoria. Dice ancora di essersi prefisso di non impegnarsi in una discussione considerando premature le attuali teorie malgrado i ben augurati lavori contemporanei.

In proposito il Presidente dà lettura di una lettera del generale Velini, Presidente della Commissione speciale nominata per il conferimento di premi a lavori « sulle perturbazioni atmosferiche ». La lettera prega la Società Italiana di Fisica di voler nominare nel suo seno alcuni membri da contribuire alla Giuria per l'assegnazione dei premi stessi.

A questa lettera la Società Italiana di Fisica risponde approvando il seguente ordine del giorno messo innanzi dal Prof. Zublena d' accordo coi Soci Bombicci e Marangoni: « La « Società Italiana di Fisica, plaudendo ai tentativi di dimi- « nuire i danni prodotti dalla grandine, incoraggiando gli « studi teorici e pratici che vi si riferiscono, accoglie l'invito « che le viene da parte del Comitato esecutivo dell'Esposizione « Comasca del 1899, ed accogliendo pure la proposta del suo

Digitized by Google

« Presidente, incarica i Soci Professori Bongiovanni, Chistoni « e Oddone di prender parte alla Giuria per l'assegnazione « dei premi stabiliti dal Ministro di Pubblica Istruzione, dallo « stesso Comitato e da altri nel concorso bandito col titolo: « *Memorie e studi scientifici circa le perturbazioni atmosfe-* « *riche che più facilmente conducono ai temporali grandi-* « *niferi e sulla formazione della grandine* ».

Quarta seduta.

(22 Settembre, pomeriggio).

Il Presidente dà la parola al Prof. Cardani, che dirà delle sue ricerche *sulla resistenza delle scintille*. L'Autore si è proposto di conoscere almeno il limite massimo della resistenza media delle scintille. Espone e discute il metodo di misura, che può chiamarsi metodo calorimetrico delle scariche impulsive. I risultati sono i seguenti: I) La resistenza di una scintilla consta di due parti: una costante dipendente dagli elettrodi, l'altra variabile e proporzionale alla lunghezza della scintilla. II) La resistenza delle scintille diminuisce col crescere della capacità del condensatore. III) La scintilla presenta la stessa resistenza per distanze comprese tra 1 e 2½ cm. e per una pressione di cm. 0,01 di mercurio. Crescendo la pressione la resistenza aumenta e presenta un massimo che è tanto più notevole, e si manifesta a pressione tanto minore, quant'è più lunga la distanza esplosiva. La massima variazione di resistenza viene presentata quando la scintilla passa dalla forma di fiocco a quella di nastro. È proposito dell'A. di estendere le ricerche a pressioni ancora più basse, e di ripetere le esperienze con gas differenti.

Il Prof. Bongiovanni parla intorno ad alcune determinazioni didattiche di magnetismo terrestre e di suscettività magnetica, mediante l'azione magnetizzante della terra. Presenta un apparecchio atto a far vedere quale sia la direzione del meridiano magnetico e l'inclinazione magnetica per mezzo di una sbarra di ferro dolce. Trova la formula esprimente la deviazione che questa produce in un piccolo ago magnetico, e

Digitized by Google

ne deduce diversi metodi per ottenere la direzione del meridiano magnetico rispetto ad un dato piano verticale, l' inclinazione magnetica, non che il coefficiente di magnetizzazione della sbarra, per valori della forza magnetizzante non superiori all' intensità del campo geomagnetico. Nota infine che i risultati ottenuti mostrano che tali metodi presentano un grado di approssimazione più che sufficiente per le dimostrazioni scolastiche.

La parola spetterebbe al Dott. Majorana, ma egli vi rinuncia avendo già nella seduta generale del Congresso degli Elettricisti fatto la sua comunicazione « sulla teoria del contatto [1] ».

Seguono alcune esperienze del Prof. Arnò le quali servono a sostituire, nelle primitive *dimostrazioni del ritardo di polarizzazione nei dielettrici,* dischi dielettrici ai cilindri dielettrici che, per alcune materie isolanti, presentavano gravi difficoltà di costruzione. Questi dischi possono quindi essere di mica, materia che meglio di ogni altra è leggiera ed invariabile. Le nuove disposizioni e varianti hanno importanza per la costruzione d'istrumenti di misura.

Il Dott. Moretto riferisce su alcune sue esperienze fatte *sul fenomeno di Hall* adoperando come misura dell'intensità del fenomeno il nuovo metodo alcalimetrico del Prof. Cardani basato sui processi chimici di analisi volumetrica. Dal confronto delle sue esperienze con quelle di altri è portato a ritenere che il fenomeno di Hall per correnti deboli, anzichè mantenersi proporzionale all'intensità della corrente, sia alquanto maggiore. Ha poi riscontrato che il fenomeno si verifica anche colle scariche elettriche, ed anzi con intensità maggiore che colle correnti continue. Il Moretto dice di continuare le sue esperienze e si ripromette di poter risolvere con questo metodo la tanto discussa questione dell'esistenza del fenomeno di Hall nei liquidi, vera meta di tutte queste sue esperienze.

Il Prof. Mazzotto, trattando del *magnetismo susseguente nel ferro,* riferisce i risultati di esperienze da lui eseguite

1) Di questo lavoro l' A. ha pubblicato un ampio riassunto anche nel *N. Cimento* T. IX, p. 335.

Digitized by Google

per determinare il ritardo che subisce il ferro nella magnetizzazione, e specie l' influenza che hanno sul fenomeno la ricottura ed il rinvenimento. Trovò che le sbarre di ferro ricotte mantenute lungamente a temperatura costante, anche se questa è la temperatura dell'ambiente, presentano un magnetismo susseguente ed una permeabilità sempre decrescenti. Egli pervenne alla seguente legge: Il magnetismo susseguente e la permeabilità del ferro ricotto mantenuto lungamente, anche a più riprese, a temperatura fissa, tendono verso un *minimum* il cui valore assoluto aumenta con detta temperatura ed è raggiunto tanto più rapidamente quanto più questa è elevata. L'A. fa notare l'importanza, anche pratica, che hanno le forti variazioni constatate nel magnetismo susseguente e specie nella permeabilità per la lunga permanenza del ferro a temperature anche non molto alte, poichè questo caso si verifica nel nucleo delle dinamo, e specialmente dei trasformatori i quali perciò devono subire forti variazioni nelle loro costanti magnetiche.

Il Prof. Pierluigi Perotti presenta e fa agire due suoi apparecchi. Il primo consta di un generatore trifase e del suo ricevitore; col secondo si determina la rotazione di un campo magnetico mercè un commutatore-direttore di una corrente continua, o la semirotazione di un campo magnetico mercè un direttore della stessa corrente.

Il Dott. Tommasina parla brevemente di alcune sue recenti esperienze che gli permisero di ottenere lo spettro delle linee di forza di un campo elettrico nei liquidi dielettrici mediante le polveri metalliche, e le bollicine gassose sviluppantesi; constatando in pari tempo i movimenti oscillatorii dei singoli grani e delle bolle nella direzione delle linee di forza. Poi riferisce sulla produzione di movimenti rotatorii continui in piani verticali radiali di solidi dielettrici nei liquidi pure dielettrici, formando colla corrente secondaria di un rocchetto di Ruhmkorff un campo elettrico verticale, adoperando, come elettrodi polari, il recipiente metallico contenente il liquido e un pendolo metallico sovrastante al centro di quello. Accenna di volo il metodo seguito per sviscerare il fenomeno dei *coherer*, col quale ottenne la produzione delle

Digitized by Google

catene di auto-formazione. Aggiunge in fine una descrizione sommaria della disposizione sperimentale adottata per la constatazione del fenomeno di fluorescenza producentesi nella parte opposta al catodo di un tubo *focus* ripieno di acqua distillata.

Il Prof. Malagoli, ottenuta la parola, fa notare come fra le interessanti esperienze del Tommasina quelle delle catene di autoformazione si possono ritenere come dovute all'azione elettrostatica. Le stesse apparenze si vedono in modo più grandioso usando, in posto dell'acqua, del petrolio, anche se la sorgente elettrica sia una debole macchina a strofinio. Così molte singolarità notate, come la catena unica, l'influenza del metallo, la necessità di un certo tempo affinchè il fenomeno avvenga, trovano semplice e completa spiegazione basata nell'induzione. Questi studi del Tommasina offrono modo di spiegare i moti bruschi notati da L. Arons nelle polveri dei *coherer*.

Il Dott. Razeto dice di alcune sue esperienze criptoscopiche e su fenomeni di fosforescenza secondaria. Infine l'Ingegnere G. Santarelli presenta per la misura del calor raggiante un radiomicrometro da lui costruito seguendo il concetto di Vernon Boys, nel quale apparecchio sono riuniti la pila ed il galvanometro, questo non perturbato dalle variazioni accidentali del campo.

Quinta seduta.

(23 Settembre, mattina).

Il socio Prof. Rizzi presenta una trentina di tavolette dipinte ad olio riproducenti le principali colorazioni del cielo e del mare nel Golfo di Napoli. In esse l'artista, che è lo stesso Rizzi, dipinse col solo scopo di studiare l'ottica atmosferica, nè si lasciò incatenare dall'arte. I dipinti essendosi eseguiti in meno di mezz'ora, rendono quasi esattamente i fenomeni. Sono fugaci ed attraenti visioni di crepuscoli vespertini, di tramonti, di meriggi, di giornate calde e fredde, di giorni coverti e sereni, e persino di qualche plenilunio e

Digitized by Google

del chiarore della luce zodiacale. All'applaudita esposizione fan seguito alcune considerazioni teoriche, dalle quali risulta che le spiegazioni date finora sono insufficienti, specialmente quando si tien conto della caratteristica di questi fenomeni napoletani, che è la mobilità e saltuarietà delle tinte. Esse sembrano dovute a correnti di convezione nell'aria e nell'acqua, ma su esse vi è ancora molto da studiare. L'A. dice ancora qualche parola sulla tecnica usata nelle belle riproduzioni.

Il Presidente Prof. Rôiti comunica la risposta del Presidente Onorario Prof. Felici, che ringrazia e ricambia commosso i saluti.

Sul miglioramento del programma della Fisica negli Istituti Tecnici, essendosi manifestati dei dubbi per parte dei Soci: Semmola, Ascoli, Cardani, il Presidente sospende la discussione invitando gli interessati a mettersi d'accordo e presentare, non più tardi del Giugno venturo, una proposta concreta che sarà posta all'ordine del giorno per l'anno prossimo.

Il Prof. Volta chiede che si richiami l'attenzione del Ministero sugli inconvenienti di considerare nei Licei alcune discipline come meno importanti di altre. Il Prof. Blaserna trova inopportuno chiedere per ora di più in favore delle scienze sperimentali, ed il Prof. Rôiti consiglia d'attendere la risoluzione del quesito pendente pel coordinamento della Matematica colla Fisica.

Il Presidente, sentito dai Direttori del *Nuovo Cimento* che in questi giorni non si è potuto stabilire nulla di definitivo per la compilazione del giornale, raccomanda di nuovo a tutti i Soci di far conoscere i loro desideri ai Professori Battelli e Volterra. Raccomanda inoltre che la questione dei periodici ricevuti in cambio sia definita prima dell'anno prossimo, e confida che essi restino patrimonio della Società Italiana di Fisica.

L'esposizione del bilancio, fatta dal Cassiere Prof. Stefanini, è approvata. Il bilancio stesso si chiude con un avanzo di L. 1220,30, dalle quali però dovranno dedursi alcune piccole spese di posta, sostenute dal Vice-segretario Ercolini.

Si passa a discutere le modificazioni all'art. 4 dello Statuto proposte dalla Presidenza:

Digitized by Google

Tutti ammettono la convenienza che il Presidente abbia vicino a sè il Vice-segretario e che questi sia scelto dal Consiglio anzi che dall'Assemblea.

Torna evidente che possono riuscire incompatibili le due condizioni: durata in carica per un biennio, e rinnovazione per metà d'anno in anno della Presidenza e del Consiglio. Infatti ora il Presidente ed il Vice-presidente sono in carica appena da un anno, e per la parziale rinnovazione è giusto che si ritiri quegli che da più tempo si trova nell'ufficio di presidenza. Tale è l'opinione che ha indotto il Professore Ròiti a compilare il nostro ordine del giorno ed a proporre che sia tolta dall'art. 4 l'indicazione della durata in carica.

Il Socio Blaserna pensa invece che non convenga rinnovare troppo spesso la Presidenza, ed insiste perchè essa rimanga quest'anno qual'è. Il Consigliere Cardani è pure di questo parere, ma desidera che ogni anno si rinnovino tre Consiglieri. Alla discussione prendono parte il Vice-presidente Righi ed il Socio Ascoli, e finalmente si approva all'unanimità che all'art. 4 dello Statuto, votato nell'Assemblea di Roma, sia sostituito il seguente:

Art. 4. — « L'Assemblea generale elegge fra i Soci un « Presidente, un Vice-presidente, sei Consiglieri, un Segreta- « rio, un Cassiere ed un Bibliotecario.

« Il Presidente ed il Vice-presidente restano nella pro- « pria carica un biennio e non possono essere immediatamente « rieletti alla medesima.

« Tre Consiglieri scadono ogni anno. Gli uscenti sono « designati dall'anzianità nell'ufficio e, a pari anzianità, dalla « sorte. Non possono essere rieletti immediatamente alla ca- « rica occupata.

« Il Segretario, il Cassiere ed il Bibliotecario restano in « carica tre anni, e possono venire immediatamente rieletti.

« Il Consiglio, composto dei Soci aventi le dette cariche « speciali e de' sei Consiglieri, si aggrega un Vice-segretario « che abbia la medesima residenza del Presidente e che scada « insieme con lui.

Digitized by Google

« Il Consiglio interpreta lo Statuto nei casi dubbi, for-
« mula i Regolamenti, delibera il da farsi pel miglioramento
« e maggiore sviluppo della Società.

« Il Cassiere tiene i conti della Società e comunica ai
« Soci lo stato del bilancio nella *seduta annuale*, prima che
« si facciano le nuove elezioni. Cura l'esazione delle tasse
« dei Soci, e paga i mandati ad uscita che il Segretario spicca
« e fa vistare dal Presidente.

« Il Bibliotecario tiene in ordine e conserva i libri che
« la Società stessa riceve, compila e tiene in corrente il
« catalogo ».

I Soci Rizzi, Sella, Oddone, Majorana, Pierpaoli, Cirri e Moretto propongono di aggiungere allo Statuto il seguente articolo:

« L'Assemblea della Società Italiana di Fisica può nomi-
« nare come Soci onorari scienziati esteri, o coloro che si
« sono resi benemeriti della Società stessa ».

Il Presidente, facendo plauso al concetto che informa questa proposta, dice che essa sarà posta all'ordine del giorno per la prossima Assemblea.

Dopo breve discussione, il Regolamento per le esazioni viene approvato nei seguenti termini:

« 1) I Membri della Società Italiana di Fisica sono tenuti
« a pagare una quota annua di *Lire diciotto*, ricevendo in
« cambio il *Nuovo Cimento* e tutte le pubblicazioni della
« Società.

« 2) Tale quota dovrà essere versata ogni anno, prima
« del 31 dicembre.

« 3) Finito l'anno, i Soci che non avranno fatto il ver-
« samento saranno avvertiti dal Cassiere che per loro cesserà
« l'invio del giornale.

« 4) I Soci che pel 31 Maggio successivo avranno man-
« cato di mettersi in regola, saranno diffidati per cartolina
« raccomandata.

« 5) Se al 31 Luglio non avranno ancora pagato, si in-
« tenderanno dimissionari, e i loro nomi verranno denunziati
« alla prossima Assemblea ».

Digitized by Google

Indi è acclamata la proposta del socio Blaserna, che i Professori Ròiti e Righi rimangano in carica per tutto il 1900: e quindi con essi rimane il Dott. Ercolini nella carica di Vice-segretario. Pure per acclamazione sono confermati per un triennio il Segretario Battelli ed il Cassiere Stefanini.

È del pari confermato nella carica di Bibliotecario il Dott. Pandolfi.

Essendosi deciso di rinnovare subito il Consiglio per metà, oltre gli scaduti Professori Grassi e Pierpaoli, si sorteggia il Prof. Cardani.

Ai tre posti di Consiglieri rimasti così vacanti vengono eletti in prima votazione: il Prof. Ascoli con 38 voti, il Professore Macaluso con 35 voti, ed il Prof. Stracciati con 34 voti, su 48 votanti.

Il Consiglio della Società resta per quest'anno così costituito:

Presidente: Prof. A. Ròiti.

Vice-presidente: Prof. A. Righi.

Consiglieri: Professori A. Naccari, V. Volterra, G. Bongiovanni, M. Ascoli, D. Macaluso e E. Stracciati.

Segretario: Prof. A. Battelli.

Cassiere: Prof. A. Stefanini.

Bibliotecario: Dott. M. Pandolfi.

Vice-segretario: Dott. G. Ercolini.

Il Socio Santarelli esprime il desiderio che la nostra Società e l'Associazione Elettro-tecnica tengano le loro adunanze annuali nella medesima città e nei medesimi giorni. Dopo un breve scambio d'idee in proposito, è approvata all'unanimità la seguente deliberazione:

« La Società Italiana di Fisica, compresa dell'utilità per « la Scienza pura e per la Scienza applicata che i loro cul- « tori abbiano occasione di trovarsi insieme, desiderosa che il « compiacimento provato quest'anno nella compagnia degli « Elettrotecnici abbia a ripetersi, fa voti che la propria Presi- « denza e quella dell'Associazione Elettro-tecnica prendano gli « opportuni concerti affinchè le due Assemblee si trovino in- « sieme il più spesso possibile ».

Digitized by Google

Il Consigliere Grassi rileva la convenienza che, qualora le due Società non possano adunarsi in una medesima città, sieno per quell'anno convocate in giorni differenti.

Ma per ora, dovendo osservare le prescrizioni del nostro Statuto, bisogna scegliere la sede dell'Assemblea pel 1900: e dopo generosa gara tra chi propone Bologna e chi propone Pisa, si proclama, a meno di poche astensioni, la Città di Pisa.

La seduta si toglie a mezzogiorno, con un plauso al Presidente Prof. Ròiti, proposto dal Senatore Blaserna e dal Professore Battelli.

Il Presidente
A. Ròiti.

I Segretari
O. Cirri ed E. Oddone.

Hanno fatto adesione alla Società i signori:

Bombicci Prof. Luigi, R. Università	Bologna
Finzi Dott. Giorgio	Milano
Moretto Dott. Pietro, Istituto Fisico dell'Università	Parma
Schincaglia Prof. Ignazio, R. Liceo	Lucera
Umani Prof. Antonio, R. Liceo	Fermo

Digitized by Google

Spiegazione dei precedenti fenomeni.

Come si è osservato più sopra, gli effetti della rotazione delle vibrazioni, che hanno attraversato il vapore di sodio posto nel campo magnetico, si manifestano, quando le righe di assorbimento non sono strettissime, e per giungere a spiegare i fenomeni descritti occorre perciò tener conto della larghezza di quelle righe. Ecco come, almeno per ora, mi figuro la maniera, nella quale i detti fenomeni si producono.

Prendo a base di questo mio tentativo di spiegazione il principio di Kirchhoff, dando al medesimo un senso più lato, e precisamente ammetto, come già nelle mie prime Note, che il vapore di sodio nel campo magnetico assorba quelle stesse vibrazioni circolari che è capace di emettere. Così, invece di assorbire le vibrazioni della riga D_1 esso assorbirà le vibrazioni circolari destrogire (se è destrogira, come suppongo, la corrente magnetizzante) corrispondenti ad una certa lunghezza d'onda minore di quella della D_1, e le vibrazioni circolari levogire corrispondenti ad una certa lunghezza d'onda maggiore di quella della D_1, e lo stesso dicasi per la D_2 e per le lunghezze d'onda vicine a D_1 e D_2, se le righe hanno una larghezza finita. L'assorbimento sarà poi totale o parziale, secondo che tale è nello spettro non modificato dal campo magnetico, per la lunghezza d'onda considerata, ed anzi per semplicità ammetto che il coefficiente di assorbimento conservi lo stesso valore.

In secondo luogo suppongo nel vapore di sodio un potere rotatorio magnetico positivo, e cioè ammetto che le vibrazioni circolari, che si compiono nel senso della corrente magnetizzante, si propaghino nel vapore, con una velocità più grande della velocità che possederebbero, se il campo magnetico non esistesse, e che le vibrazioni circolari di senso opposto si propaghino con velocità minore della detta velocità. Però ammetto, che queste alterazioni nella velocità di propagazione abbiano luogo in modo sensibile solo per quelle radiazioni, che sono dal vapore assorbite, ed in grado tanto maggiore, quanto più grande è l'assorbimento.

Digitized by Google

Questa ipotesi, che ad ognuno si presenterà spontanea alla mente, mi sembra non differire, almeno nella sua sostanza, da quella enunciata dai signori M. e C. con diverse parole, cioè dicendo: che l'alterazione nella velocità dei raggi circolari avviene per le vibrazioni il cui periodo differisce pochissimo da quello proprio del vapore; ma mi sembra ragionevole il supporre, che non vi sia variazione di velocità quando non vi è assorbimento, in modo che potere rotatorio ed assorbimento varino nello stesso senso e si annullino insieme, al variare della lunghezza d'onda.

Dall'insieme dei fenomeni potrebbe forse sembrare, che una alterazione nella velocità dei raggi circolari esista anche per radiazioni non assorbite, ma vicine a queste nello spettro; ma farò osservare che un debole assorbimento può sfuggire all'occhio, e cioè le sfumature che presentano lateralmente le righe d'assorbimento, possono prolungarsi più che l'occhio non indichi. Ad ogni modo, se pur si volesse ritenere, che un potere rotatorio esiste anche per radiazioni non affatto assorbite, ciò non modificherebbe sostanzialmente i risultati seguenti.

Ciò premesso, consideriamo (fig. 5) lo spettro a della luce che ha attraversato il vapore di sodio, mentre non esiste campo magnetico, e sia MN una delle righe d'assorbimento. Per bene fissare le idee supporrò, che la parte meno rifrangibile dello spettro sia a sinistra della figura, e che il campo magnetico sia destrogiro. Sia poi b lo spettro, quando esiste questo campo.

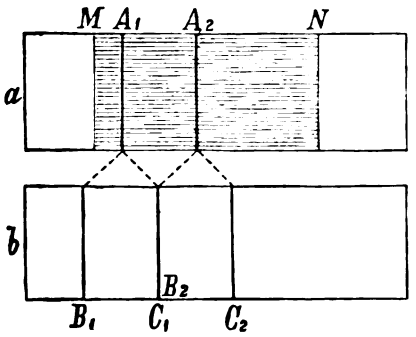


Fig. 5.

Consideriamo la radiazione A_1 d'una certa lunghezza d'onda. Quando esiste il campo, il gas non assorbe più la radiazione A_1, ma in sua vece assorbe la radiazione circolare levogira B_1 e la circolare destrogira C_1, e queste due radia-

Digitized by Google

zioni occupano nello spettro un luogo diverso da A_1, essendo la prima un po' più verso sinistra e la seconda un po' più verso destra. Analogamente, invece d'essere assorbita un'altra radiazione A_2, presa anch' essa fra M ed N, saranno assorbite le vibrazioni circolari B_2 e C_2, levogira la prima e destrogira la seconda. Supponiamo di scegliere le due regioni lineari A_1 ed A_2 a tale distanza reciproca, che B_2 e C_1 coincidano. Allora la radiazione in C_1 si ridurrà, a ciò che rimane della radiazione incidente di egual lunghezza d'onda, dopo avvenuti i detti due assorbimenti. Se questi fossero completi, evidentemente la radiazione in C_1 sarebbe annullata. Vediamo quale sia generalmente la vibrazione in C_1, rispetto alla quale, per brevità di linguaggio, le due radiazioni A_1 ed A_2 dello spettro non modificato dal magnetismo, saranno chiamate *radiazioni corrispondenti.*

Sia T il periodo vibratorio in C_1, e sia $\operatorname{sen}\left(\frac{2\pi t}{T}\right)$ o semplicemente $\operatorname{sen}\theta$, la vibrazione incidente, che supporremo verticale, e di cui per semplicità prendiamo l'ampiezza eguale all'unità. Questa vibrazione equivale alle due circolari seguenti, rappresentate colle loro componenti rettilinee prese secondo due assi ortogonali, di cui quello delle y è verticale e diretto dal basso all'alto, e quello delle x orizzontale e diretto verso destra:

$$\begin{cases} x_s = \frac{1}{2}\cos\theta \\ y_s = \frac{1}{2}\operatorname{sen}\theta, \end{cases} \qquad \begin{cases} x_d = -\frac{1}{2}\cos\theta \\ y_d = \frac{1}{2}\operatorname{sen}\theta, \end{cases}$$

la prima delle quali è levogira e la seconda destrogira. Vediamo come esse restino modificate attraversando il vapore posto nel campo magnetico.

Della vibrazione circolare destrogira x_d, y_d, è assorbita una frazione h_1, e la sua ampiezza devesi quindi moltiplicare per $1 - h_1$, e ciò perchè a C_1 *corrisponde* A_1. Del pari è assorbita una parte h_2 della x_s, y_s, e l'ampiezza va moltiplicata per $1 - h_2$, perchè a C_1 *corrisponde* A_2.

Inoltre, la vibrazione destrogira x_d, y_d, subisce un ritardo $l : (V + v_1)$, nell'attraversare il vapore, essendo l lo spessore

Digitized by Google

di questo, V la velocità di propagazione quando non esiste il campo magnetico, e v_1 l'aumento di velocità a questo dovuto. Perciò, uscendo dal vapore, la vibrazione destrogira diviene:

$$\begin{cases} x'_d = -\frac{1-h_1}{2}\cos\left[\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{l}{V+v_1}\right)\right] \\ y'_d = \frac{1-h_1}{2}\operatorname{sen}\left[\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{l}{V+v_1}\right)\right]. \end{cases}$$

Similmente, la vibrazione levogira diviene:

$$\begin{cases} x'_s = \frac{1-h_2}{2}\cos\left[\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{l}{V-v_2}\right)\right] \\ y'_s = \frac{1-h_2}{2}\operatorname{sen}\left[\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{l}{V-v_2}\right)\right]. \end{cases}$$

Se dunque diciamo x, y, le componenti secondo gli assi della vibrazione esistente in C_1, dopo che la luce ha attraversato il vapore, si avrà $x = x'_d + x'_s$, $y = y'_d + y'_s$. Ponendo per semplicità:

$$\alpha = \frac{2\pi l}{T(V+v_1)}, \qquad \beta = \frac{2\pi l}{T(V-v_2)},$$

si può scrivere finalmente:

$$x = -\frac{1-h_1}{2}\cos(\vartheta - \alpha) + \frac{1-h_2}{2}\cos(\vartheta - \beta)$$

$$y = \frac{1-h_1}{2}\operatorname{sen}(\vartheta - \alpha) + \frac{1-h_2}{2}\operatorname{sen}(\vartheta - \beta)$$

ove evidentemente $\beta > \alpha$.

I coefficienti h_1 ed h_2 si supporranno eguali all'unità, ove l'assorbimento sia completo, ed eguali a zero ove l'assorbimento sia nullo.

Qui torna acconcio l'osservare, che a rigore non sarebbe necessario parlare di variazioni di velocità dei raggi circolari, ma che basterebbe ammettere che i due raggi, quando sono assorbiti, subiscono le variazioni di fase α, β. In altre parole si potrebbe ammettere che il meccanismo, col quale si produce la rotazione delle vibrazioni, non sia quello stesso che si immagina per spiegare il potere rotatorio nei corpi non assorbenti.

Digitized by Google

Per riconoscere i caratteri, che nei vari casi presenta la vibrazione, generalmente ellittica, di componenti x ed y, occorre trovare: 1° qual sia l' angolo ρ, contato verso destra, che l' asse maggiore dell' elisse fa colla direzione primitiva della vibrazione, angolo che considereremo ancora come rotazione subita dalla vibrazione ; 2° qual valore abbia il rapporto $\frac{a}{b}$ fra l' asse minore e l' asse maggiore dell' elisse medesima; 3° qual sia l' intensità I della vibrazione ; infine 4° quando essa sia destrogira e quando levogira.

Ora, applicando metodi noti, si trovano, a calcoli fatti, i risultati seguenti:

$$\rho = \frac{\beta - \alpha}{2} \cdot \frac{a}{b} = \frac{h_2 - h_1}{2 - h_1 - h_2}, \quad I = \frac{1}{2}(1 - h_1)^2 + \frac{1}{2}(1 - h_2)^2 .$$

Siccome poi, per essere v_1 e v_2 piccoli di fronte a V si può scrivere

$$\alpha = \frac{2\pi l}{T V}\left(1 - \frac{v_1}{V}\right), \qquad \beta = \frac{2\pi l}{T V}\left(1 + \frac{v_2}{V}\right),$$

si ha pure:

$$\rho = \frac{\pi l}{T V^2}(v_1 + v_2) .$$

Si vede intanto che ρ è positivo, e cioè che la rotazione subita dalla vibrazione è sempre nel senso della corrente generatrice del campo magnetico. Essa è inoltre proporzionale a $v_1 + v_2$, e quindi, per le ipotesi fatte, cresce al crescere dell' assorbimento.

Per decidere poi se il raggio elittico è destrogiro o levogiro, basta considerare, che esso risulta dalla composizione dei due circolari x'_1, y'_1 ed x'_2, y'_2, le cui ampiezze sono $\frac{1}{2}(1 - h_1)$ ed $\frac{1}{2}(1 - h_2)$. Esso è quindi destrogiro e levogiro, secondo che h_1 è minore o maggiore di h_2, o anche, secondo che $\frac{a}{b}$ risulta positivo o negativo.

Colle formole trovate si può render conto delle principali particolarità offerte dai fenomeni già sperimentalmente studiati e perciò è utile prendere in considerazione due casi ti-

Digitized by Google

pici, quello, dapprima, di strette righe d'assorbimento e campo magnetico relativamente intenso, o più generalmente quello in cui la distanza $B_1 C_1$ (fig. 5) fra le righe separate che provengono da una riga unica A_1 (distanza che per brevità chiameremo *sdoppiamento*) sia maggiore della larghezza delle righe. Dopo considereremo il caso opposto, in cui lo sdoppiamento è minore di questa larghezza.

Sia a (fig. 6) lo spettro quando non agisce campo magnetico, b lo spettro da questo modificato, M N una riga d'assorbimento, che per azione del campo resta sdoppiata nelle due P R e Q S.

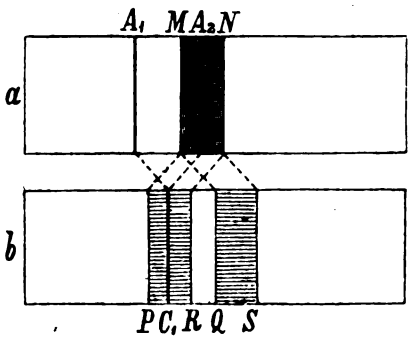


Fig. 6.

Se la radiazione considerata C_1 è nell'intervallo P R, ad essa corrispondono le due A_1 ed A_2 dello spettro primitivo, la prima delle quali è fuori di M N, e cioè in un luogo ove non esiste assorbimento. Si avrà quindi $h_1 = 0$, $\frac{a}{b} = \frac{h_2}{2 - h_2}$. Se h_2 è poco inferiore all'unità, cioè se l'assorbimento in A_2 è quasi completo, $\frac{a}{b}$ poco differisce dall'unità, e perciò la vibrazione in C_1 è quasi circolare. Anzi se fosse $h_2 = 1$ per tutta la larghezza M N, la vibrazione sarebbe circolare in tutta la P R. Così dicasi per Q S. Inoltre, essendo $h_1 < h_2$ la vibrazione in P R è destrogira; essa sarà levogira in Q S.

Ma supponiamo che, come sembra generalmente accadere, la riga M N sia sfumata, e cioè che l'assorbimento sia completo per una certa larghezza nel mezzo di essa, e decresca sino a zero andando verso i lati. Mentre in P ed R, come in tutto lo spettro all'infuori di P R e Q S, si ha la vibrazione rettilinea primitiva, andando da P o da R verso il mezzo di P R, h_1 resta zero, ed h_2 va crescendo da zero ad uno. Si avranno adunque vibrazioni elittiche, di eccentricità decre-

Digitized by Google

scente e sempre destrogire; e siccome $v_1 = 0$ e v_2 cresce con h_2, esse saranno di più in più girate nel senso della corrente. In pari tempo, la loro intensità che è $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}(1 - h_2)^2$, andrà via via decrescendo. Si giungerà poi ad una regione centrale di P R, nella quale la vibrazione è circolare destrogira e d' intensità $\frac{1}{2}$.

Analogamente, andando da Q ed S verso il mezzo di QS, si comincia col trovare la vibrazione rettilinea primitiva, e si arriva alla regione centrale di Q S, ove la vibrazione è circolare levogira d' intensità $\frac{1}{2}$, passando per vibrazioni elittiche levogire, d' intensità decrescente da 1 a $^1/_2$, di eccentricità decrescente, e di più in più girate nel senso della corrente del campo.

Le esperienze, alle quali si riferisce la fig. 1, e fors' anche quella della fig. 2, corrispondono al caso qui considerato. Colle strettissime righe della fig. 1 le sfumature laterali dovevano essere così brusche, che le righe sdoppiate si mostravano quasi interamente costituite da vibrazioni circolari.

Passiamo ora al secondo caso tipico.

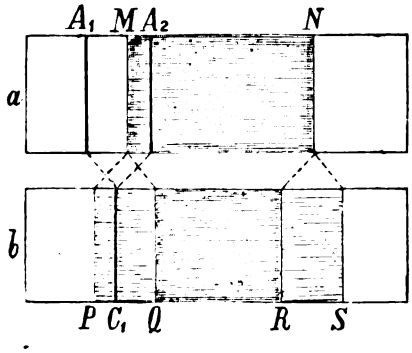


Fig. 7.

Siano al solito *a* e *b* (fig. 7) lo spettro primitivo e quello modificato dal campo magnetico, M N una riga di assorbimento assai larga, che resta sdoppiata nelle due P R e Q S, parzialmente sovrapposte. Anche qui fuori da P S, la vibrazione primitiva resta invariata; ma così non è fra P ed S.

Nel mezzo dell' intervallo Q R, e cioè presso l' asse della riga M N, che supporremo ancora tale, che l' assorbimento sia completo nel mezzo di essa e decrescente presso i lati, ogni

Digitized by Google

radiazione ha per corrispondenti nello spettro a due altre, nelle quali, se la riga è assai larga, l'assorbimento è completo. Perciò nella parte centrale di PS (che, più che riga sdoppiata, si può adesso chiamare riga allargata o riga modificata dal campo magnetico) si avrà generalmente completa oscurità. La parte centrale di Q R interamente oscura sarà più o meno larga, secondo che lo è più o meno la parte di M N ove l'assorbimento è completo. Una tale oscurità centrale, indipendente dall'orientazione dell'analizzatore, si vede nel caso dei fenomeni rappresentati dalla fig. 3, e in quello dei fenomeni descritti dai signori M. e C.

Consideriamo ora una radiazione C_1 presa nell'intervallo P Q. La prima delle due A_1 ed A_2, che ad essa corrispondono, trovasi fuori di M N, e si ha perciò $h_1 = 0$. Ragionando come nel caso precedente se ne deduce, che andando da P verso Q, si trova dapprima in P la vibrazione rettilinea primitiva d'intensità uno, poi vibrazioni elittiche, la cui eccentricità va diminuendo, e l'intensità decrescendo da 1 verso $^1/_2$ destrogire, e coll'asse maggiore di più in più girato nel senso della corrente. Similmente andando da S verso R, colla sola differenza che qui le vibrazioni sono levogire.

Qui si possono presentare due casi, secondo che le parti laterali sfumate della riga M N sono di larghezza minore o maggiore dello sdoppiamento P Q.

Nella prima ipotesi, prima di arrivare a Q, dopo essere partiti da P, si giunge ove $h_2 = 1$, cioè si giunge a trovare una vibrazione circolare destrogira, e tale resta andando avanti fino a Q. Similmente una striscia attigua ad R e fra R ed S, in cui le vibrazioni circolari sono levogire, esisterà nella parte di destra della riga modificata.

Se invece la parte sfumata è più larga di P Q, allora si arriva a Q e ad R, dopo essere partiti da P e da S, senza che le vibrazioni elittiche divengano circolari. L'esistenza di queste regioni a vibrazioni circolari è dunque dimostrata, solo nel caso in cui il campo magnetico sia sufficientemente intenso.

Infine fra Q e la regione oscura centrale, come pure fra questa ed R, si troveranno vibrazioni elittiche o circolari, secondo i casi. Saranno circolari nel caso in cui lo sdoppiamento

Digitized by Google

è maggiore della larghezza della sfumatura, giacchè basta che o h_1 o h_2 sia eguale all' unità, perchè anche $\frac{a}{b}$ sia eguale ad uno in valore assoluto.

Tutto ciò è in perfetto accordo colle esperienze. La crescente rotazione delle vibrazioni nel senso della corrente, andando dai limiti della riga modificata verso il suo asse, costituisce il fatto più saliente nel caso, in cui le righe sono molto larghe ed il campo magnetico relativamente debole. Occorre un campo intenso, perchè restino evidenti le vibrazioni elittiche poco appiattite e le vibrazioni circolari.

Non si può spingere più oltre la spiegazione dei fenomeni, giacchè per arrivare ai minuti dettagli o a calcoli numerici, occorrerebbe conoscere la legge secondo la quale l' assorbimento e le fasi β ed α variano colla lunghezza d' onda e, queste ultime, colla intensità del campo magnetico.

Per ultimo farò notare una conseguenza, alla quale conducono le ipotesi ammesse. Se, dopo che la luce ha attraversato la fiamma posta nel campo magnetico, la si fa passare attraverso ad una seconda fiamma identica alla prima, e posta in un campo magnetico di intensità eguale a quella del primo ma di direzione contraria, si trova per la vibrazione emergente:

$$x = 0, \qquad y = (1 - h_1)(1 - h_2) \operatorname{sen}(\theta - \alpha - \beta),$$

e cioè la vibrazione è rettilinea e parallela alla vibrazione incidente.

Discutendo, analogamente a quanto si è fatto più sopra, queste formole, si riconosce tosto, che nello spettro modificato e con analizzatore parallelo al polarizzatore, si vedrà lo stesso sdoppiamento, come se l' esperienza si fosse eseguita con luce naturale. Si avrà cioè il fenomeno inverso di Zeeman, liberato dagli effetti dovuti al potere rotatorio magnetico. Girando poi l' analizzatore non si otterrà altro effetto che quello di spegnere gradatamente l' intero spettro.

Ho tentato di verificare questa conseguenza, facendo percorrere alla luce, mediante specchi, due volte in sensi contrari il campo magnetico, obbligandola però, fra l' una e l'altra,

Digitized by Google

ad attraversare due volte una lamina quarto-d'onda debitamente orientata. Ma stante le perdite d'intensità inevitabili, non posso dire di avere ottenuto la desiderata conferma.

BREVE REPLICA ALLA RISPOSTA DEL DOTT. ERCOLINI [1], *di* TITO MARTINI.

Non ho mai messo in dubbio le conclusioni del Dott. Ercolini che sono evidentissime; volli invece giustificare una mia affermazione. Nelle ricerche sperimentali, da me fatte, usai un peso d'acqua costante raccolto nello spazio anulare del calorimetro; e versando sulla polvere un peso variabile di liquido, misurai il calore svolto dall'azione dei due corpi che è capace di produrre un riscaldamento T. Perciò i numeri, registrati nelle mie tabelle, non rappresentano la totalità dell'effetto, ma quello indicato dal prodotto $M(t_1 - t)$, dove M è la massa d'acqua, compresovi il calorimetro ridotto in acqua, t la temperatura iniziale e t_1 quella finale. Per ottenere l'effetto totale, di cui parlo a pag. 35 della mia Memoria, bisognerebbe aggiungere, al prodotto precedente, l'altro $(pc + p_1 c_1)(t_1 - t)$ dove p e p_1 sono i pesi della polvere e del liquido versato [2], c e c_1 le loro capacità termiche e ciò nella ipotesi che queste abbiano conservato il loro valore. Posto $t' - t = \theta$, l'espressione

$$M\theta + (pc + p_1 c_1)\theta = Q = pk,$$

viene a coincidere con quella del Dott. Ercolini.

Ho creduto conveniente di chiarire questo punto perchè forse vi fu equivoco nella interpretazione dei miei risultamenti. Non è dunque erroneo quanto affermai a pag 33; piuttosto, cosiffatta affermazione, si potrebbe ritenere superflua.

Per non abusare dello spazio gentilmente concessomi fo punto e ringrazio il Dott. Ercolini di essersi occupato con tanto interesse delle mie ricerche.

Venezia, Luglio 1899.

---

1) N. Cimento, Giugno 1899.

2) Il liquido da versare stava raccolto in una provetta di vetro, a pareti sottili, tenuta per parecchie ore nell'acqua del calorimetro.

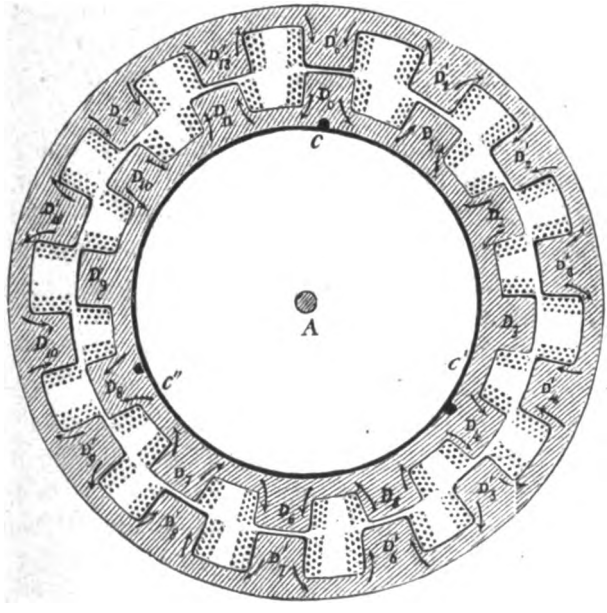
Digitized by Google

STUDI SU DI UNA CLASSE DI DINAMO A CORRENTI CONTINUE.

Sunto del Prof. FORTUNATO FLORIO.

In una Nota inserita nel numero del 1.° Marzo e in quello del 1.° Aprile 1899 dell' *Elettricista* ho esposto uno studio su di una classe di dinamo a correnti continue di costruzione semplice e solida; in tali dinamo, specialmente perchè si realizza nelle spire indotte una frequenza più grande che non nelle comuni multipolari, si riscontra a parità di condizioni una potenza molto superiore a quella di queste ultime, ed io perciò ritengo che per loro mezzo si possano risolvere problemi importantissimi.

Uno dei tipi da me descritti è quello rappresentato in sezione trasversale dalla figura qui unita: le parti in ferro sono



cilindriche, hanno per direttrici i contorni delle regioni tratteggiate e le generatrici uguali fra loro.

Digitized by Google

Il pezzo esterno (induttore) presenta un numero pari di denti, che indicherò con $2m$, uguali fra loro ed uniformemente distribuiti; il pezzo interno (indotto) ne ha invece $2m-2$ uguali pure fra loro ed uniformemente distribuiti. Su tali denti sono rispettivamente avvolte le spirali elementari induttrici e quelle indotte, essendo quelle di ciascuna delle 2 serie uguali fra loro ed avvolte in guisa che si cambi di senso nel passare da una alla successiva; la spirale totale indotta si chiude su se stessa, mentre la induttrice ha i suoi capi liberi, per i quali si può quindi mandare delle correnti, che genereranno nei denti dell' induttore dei pezzi polari alternativamente nord e sud. Il collettore, fissato all' albero di rotazione dell' indotto rappresentato in sezione dal cerchietto A, ha $2m(m-1)$ lamine: i successivi tratti di unione delle spirali elementari indotte comunicano con $2m-2$ lamine successive, ed in seguito le comunicazioni tra i primi e le rimanenti lamine si ripetono, cosicchè ogni tratto viene a comunicare con m lamine del collettore equidistanti; le spazzole poggiano sul collettore in guisa da toccare 2 lamine collegate con 2 tratti di unione delle spirali indotte opposti, e dove lo richiede la commutazione.

Ho dimostrato in detta nota che, indicando con n il numero di spire dell' indotto, con F_0 il flusso massimo che attraversa un dente dell' indotto, con N il numero dei giri al secondo che l' indotto fa rapporto all' induttore (quest' ultimo potendosi far ruotare in senso opposto al 1.°) la dinamo ha la f. e. m. a circuito aperto:

$$E = 2mnF_0N10^{-8} \text{ volta.}$$

Per verificare sperimentalmente questa formula mi son costruito un piccolo modello del peso di una diecina di chilogrammi appartenente ad un tipo pure descritto nella mia Nota e sostanzialmente non diverso da quello descritto sopra. In esso l' indotto ha 12 denti e l' induttore 14, ciascuna spirale elementare ha 100 giri di filo del diametro di 1 mm. Adottando l' induzione magnetica massima di 1000 unità (C G S) ho avuto, quando l' indotto faceva 300 giri al minuto 4 volta circa come f. e. m. a circuito aperto: la verificazione rigorosa a-

Digitized by Google

vrebbe richiesto che avessi avuto 5,49 volta, ma la divergenza non tanto forte io ho attribuita alle imperfezioni del modello in gran parte da me stesso costruito. A circuito chiuso, adottando l'eccitazione indipendente, ho avuto delle correnti abbastanza intense; disponendo in serie la dinamo e mandandoci una corrente di qualche ampère, l'indotto si è messo rapidamente a girare.

Poniamo di avere una dinamo del tipo descritto ed un'altra bipolare comune con armatura ad anello limitata da una superficie uguale con approssimazione a quella che limita l'indotto della 1ª: il numero delle spire indotte sia uguale, la sezione trasversale dell'indotto della 2ª, che indicherò con s, uguale a quella di un dente dell'indotto della 1ª; adottando la stessa induzione magnetica massima I, e la stessa velocità angolare, avremo per espressioni delle f. e. m. a circuito aperto rispettivamente:

$$E = 2\,m\,n\,s\,I\,N\,10^{-8} \text{ volta}, \qquad E' = 2\,n\,N\,s\,I\,10^{-8} \text{ volta};$$

da cui:

$$E = m\,E'.$$

Ma nella 1ª avremmo potuto adottare un'induzione magnetica massima maggiore che nella 2ª, a causa della piccola lunghezza del suo interferro; avremmo potuto assegnare al numero delle sue spire indotte un valore molto maggiore di quello della 2ª, e ciò per la forma dello spazio riservato alle spire indotte; l'induttore della 1ª è poi dello stesso ordine di peso di quello della corrispondente armatura e può facilmente farsi ruotare in senso opposto a questa ultima, per cui avremmo potuto adottare nella 1ª formula un valore maggiore per N.

Quantunque nelle nostre dinamo si trovino molti circuiti magnetici la spesa d'eccitazione non è tanto forte, giacchè l'interferro vi è corto; la costruzione presenta una semplicità credo maggiore di quella di una comune bipolare, ed è chiaro che non vi sia difetto di solidità; l'isolamento delle spire indotte può farsi eccellente come negli alternatori; i guasti vi sono difficili e per l'indipendenza delle spirali indotte facil-

Digitized by Google

mente accomodabili; la costruzione del collettore non è, come ho potuto constatare, di quella complicazione che le si attribuirebbe a prima vista. Lo studio delle nostre dinamo a circuito chiuso presenta parecchie difficoltà e di certo per fare un paragone colle comuni sarebbero necessari dei dati dedotti da modelli ben costruiti; per mancanza di mezzi non ho potuto far questo, che sarebbe di certo di grande importanza.

Relativamente alla scintillazione al collettore ho osservato che, rendendo sufficientemente grande il numero degli ampère-giri delle spirali induttrici, essa può divenire abbastanza piccola; ho indicato un artifizio per renderla ancora più debole; come conseguenza l'angolo di calettamento è pure piccolo.

Ho descritto poi altri tipi di dinamo della classe da me studiata; così p. e. ho detto che da ogni tipo di alternatore, avente le coppie di poli induttori uguali fra loro ed ugualmente disposte, si può dedurre un tipo di dinamo a correnti continue coll'aumentare o diminuire di 1 il numero delle spirali indotte (che dovrebbero poi essere distribuite uniformemente) e coll'assegnare al collettore un numero di lamine date dal prodotto del numero delle coppie di poli induttori per quello delle spirali indotte; che se il campo induttore utile dell'alternatore avesse il flusso magnetico diretto alternativamente in un senso e nell'opposto, basterebbe aumentare o diminuire di 2 il numero delle spirali indotte ed assegnare al collettore un numero di lamine dato dal semi prodotto del numero di coppie di poli induttori per quello delle spirali indotte.

Dalle considerazioni avanti esposte e da altre su cui per brevità non m'intrattengo mi è parso di poter concludere che le nuove dinamo hanno a parità di condizioni una potenza molto superiore a quelle delle comuni adoperate che per mezzo loro si possono praticamente raggiungere delle f. e. m. e delle potenze superiori assai a quelle che sinora si sono avute; che per mezzo loro si può risolvere il problema della trasmissione dell'energia per correnti continue. Osserverò solo che nelle moltipolari non si può praticamente fare il numero dei poli dello stesso ordine di grandezza di quello dei denti dell'in-

Digitized by Google

duttore descritto. Le dinamo di cui mi sono occupato, possono funzionare da potenti motori.

Finisco esprimendo la speranza che la classe di dinamo da me studiata possa con vantaggio entrare nella vita industriale.

SULLO SMORZAMENTO DELLE VIBRAZIONI IN UN RISONATORE ACUSTICO.

Nota di A. POCHETTINO [1]).

Scopo di questa Nota è di esporre alcuni risultati ottenuti determinando il comportamento del coefficiente di smorzamento e del decremento logaritmico delle vibrazioni in un risonatore acustico in alcuni càsi particolari, e precisamente:

I. Quando si vari la forma dell' apertura del risonatore lasciandone invariata l' area;

II. Quando si munisca detta apertura di orli di varia grandezza.

III. Quando si vari la distanza fra risonatore ed eccitatore.

Il metodo adoperato per determinare questo smorzamento è quello del Leiberg [2]) che non è in fondo che una modificazione di quello usato dal Bjerknes per determinare lo smorzamento nei risonatori elettrici.

Ecco in poche parole il principio su cui si fonda:

Si consideri un risonatore di volume variabile eccitato da una sorgente esterna capace di compiere vibrazioni sinusoidali della forma $F \cos b\,t$ d' intensità costante (per es. la cassetta di risonanza di un diapason elettromagnetico convenientemente eccitato); l' equazione del movimento della massa d' aria contenuta nel risonatore, attraverso l' apertura del medesimo sarà: [3])

$$\frac{1}{c}\frac{d^2X}{dt^2} + K\frac{dX}{dt} + \frac{a^2}{v}X = F\cos b\,t\,, \qquad (1)$$

1) Rend. della R. Accad. dei Lincei, vol. 8, 1 sem., serie 5, fasc 5.
2) Bull. de la Soc. phys. chim. russe, 1896.
3) Rayleigh, Théorie des Schalles, § 311.

Digitized by Google

dove $c = 2r$ se l'apertura del risonatore è circolare e di raggio r, e $c = 2\sqrt{\alpha\beta}\left(1 + \frac{e^2}{64} + \ldots\right)$ se l'apertura è ellittica di assi α e β e di eccentricità e, X è la massa d'aria uscente dal risonatore in un dato istante, a è la velocità di propagazione del suono nell'aria, r è il volume del risonatore nell'istante che si considera, K è il coefficiente di smorzamento.

L'integrale generale della (1) ci rappresenta il movimento della massa d'aria nel risonatore come la sovrapposizione di due movimenti, il primo corrispondente al tono proprio del risonatore, il secondo corrispondente al tono eccitato in esso dalla sorgente esterna. Le vibrazioni di questo tono corrispondono ad un'equazione della forma:

$$X = -\frac{F\cos(b\,t + \varepsilon)}{\sqrt{\left(\frac{a^2}{r} - \frac{b^2}{c}\right)^2 + b^2 k^2}},$$

dove

$$\varepsilon = \operatorname{arc\,tang}\frac{b\,k}{\frac{a^2}{r} - \frac{b^2}{c}}.$$

Si faccia ora variare il periodo di vibrazione del risonatore mutandone per es. le dimensioni e lasciando fisso tutto il resto, e invece della massa X d'aria uscente dal risonatore si consideri la corrispondente variazione nella pressione esercitata sul fondo del risonatore, variazione periodica che sarà della forma $P\cos(b\,t + \varepsilon)$.

Se ora si chiamano p e p_0 le pressioni esercitantisi sul fondo rispettivamente quando il risonatore è in quiete e quando il risonatore è in moto, si ha:

$$p_0 - p = P\cos(b\,t + \varepsilon),$$

donde ricavando P e tenendo presente che

$$p - p_0 = -\frac{a^2 X}{c},$$

si ottiene

$$P = \frac{a^2 F}{\sqrt{\left(a^2 - \frac{b^2 r}{c}\right)^2 + b^2 k^2 v^2}},$$

Digitized by Google

Riguardando ora P come funzione della sola v, giacchè le altre quantità sono costanti, si ha come massimo di P

$$P_M^2 = \frac{F^2 \frac{a^2}{c}}{k^2 v_0},$$

se con v_0 s' indica il volume del risonatore cui corrisponde P_M. Allora si avrà:

$$\frac{P^2}{P_M^2} = \frac{\frac{k^2 c^2}{b^2}}{\left(1 - \frac{v}{v_0}\right)^2 + \frac{k^2 c^2}{b^2}},$$

donde

$$(2) \qquad k^2 = \frac{\frac{b^2}{c^2}\left(1 - \frac{r}{v_0}\right)^2}{\left(\frac{P_M}{P}\right)^2 - 1}.$$

Avuta dalla (2) la K ossia il coefficiente di smorzamento, si ottiene da questo il decremento logaritmico delle vibrazioni γ mediante note formule.

Per usare la (2) alla determinazione di K la questione è ridotta alla determinazione dei rapporti $\frac{P_M}{P}$ e $\frac{v}{v_0}$. Il risonatore che si è studiato è un risonatore cilindrico König capace di dare a mezzo tiraggio il la_3. Lungo una generatrice del pezzo mobile venne incisa una graduazione in millimetri, mediante cui si faceva senz' altro la determinazione del rapporto $\frac{v}{v_0}$.

Per la determinazione del rapporto $\frac{P_M}{P}$ si usavano le indicazioni di un manometro a specchio, analogo a quello del Wien, incollato sul fondo del risonatore. Dallo specchietto di questo manometro veniva riflessa su una scala micrometrica nell'oculare di un cannocchiale l' immagine di un punto luminoso. Quando il risonatore era in quiete sulla scala micrometrica si vedeva un punto luminoso che, quando il risonatore invece agiva, si mutava in una striscia di lunghezza proporzionale alla quantità P.

Digitized by Google

Il diapason, la cui cassetta di risonanza funzionava da sorgente esterna era un la_3 elettromagnetico convenientemente eccitato da un accumulatore.

Le osservazioni si conducevano così. Si dava al risonatore il tiraggio minimo e si osservava corrispondentemente la lunghezza della striscia luminosa prodotta dal vibrare dello specchietto del manometro, quindi si facevano variare le dimensioni del risonatore, finchè, passato il massimo di risonanza, si ritornava a una lunghezza della striscia luminosa eguale a quella iniziale. Per calcolare poi il coefficiente di smorzamento si portavano sull'asse delle ascisse i volumi del risonatore o meglio le sue successive lunghezze, e sulle ordinate le lunghezze della striscia luminosa di cui si parlò, lunghezze che sono proporzionali alle ampiezze delle vibrazioni corrispondentemente eccitate nel risonatore. Unendo i punti così ottenuti si aveva una curva cosiddetta di risonanza sulla quale si calcolava il coefficiente di smorzamento nel seguente modo:

Si notava il volume v_0 del risonatore cui corrispondeva l'ordinata massima P_M, e quindi si calcolavano sulla curva i due volumi v_1 e v_2 del risonatore corrispondentemente ai quali la quantità P assumeva il valore $\frac{1}{2} P_M$; si avevano così due valori del coefficiente K la cui media dava il valore cercato.

Dai risultati ottenuti munendo il risonatore di un foro circolare o di fori ellittici di uguale area, applicando a questi fori orli differenti, e variando la distanza fra risonatore ed eccitatore, si può concludere:

I. Crescendo il diametro dell'orlo il coefficiente di smorzamento diminuisce, ossia in primo luogo il risonatore è più che mai capace di rinforzare un tono identico al proprio ed è meno sensibile pei toni che, pur essendo prossimi al medesimo, ne differissero un poco; in secondo luogo le vibrazioni nel risonatore (se una volta eccitata la sorgente esterna tacesse) durerebbero più a lungo. Corrispondentemente all'accrescimento del diametro dell'orlo le curve di risonanza si costipano, ossia s'innalzano e si restringono.

II. Anche col crescere la distanza fra eccitatore e risonatore, il coefficiente di smorzamento diminuisce e quindi si hanno le stesse conseguenze come al numero I.

Digitized by Google

III. I coefficienti di smorzamento sono sensibilmente uguali pei fori ellittici e in genere poco differenti dai corrispondenti pel foro circolare; anzi con alcuni orli si può ritenere vi sia l'eguaglianza.

IV. Anche in questo risonatore, come già notò il Leiberg per i suoi, dalla piccolezza del coefficiente di smorzamento delle vibrazioni si rileva come l'intervallo fra tono proprio e tono del massimo di risonanza sia poco differente da $\frac{885}{886}$, limite, secondo Helmholtz, della percettibilità.

LA THÉORIE DE MAXWELL ET LES OSCILLATIONS HERTZIENNES,
par H. POINCARÉ.

(Georges Carré e C. Naud, editeurs, Paris).

È un libretto di circa 80 pagine.

In esso l'A. ha trattato un così importante argomento in modo facile e popolare, escludendo l'analisi e conservando ciò non ostante la massima esattezza.

Dopo di aver dimostrato con una serie di paragoni, che i fenomeni di elettrostatica e di elettro-dinamica obbediscono alle stesse leggi che regolano i fenomeni meccanici, viene successivamente a parlare dei rapporti che esistono tra la luce e l'elettricità, della teoria di Maxwell, delle oscillazioni elettriche, delle esperienze di Hertz, dei vari modi di osservazione delle onde elettriche, del loro modo di propagazione e in fine delle onde a breve periodo e dell'imitazione dei fenomeni ottici.

Il libro è denso e concettoso, in esso si trovano rammentate e discusse le più importanti esperienze, anche recentissime, sui vari argomenti di cui tratta.

La chiarezza con cui è scritto, il modo popolare e la precisione con cui son trattate le varie parti, fanno sì che esso costituisca un'opera veramente pregevole.

L. MAGRI.

Digitized by Google

PRÉCIS DE PHYSIQUE INDUSTRIELLE,
par le Professeur H. PÉCHEUX.

(Paris, Librairie J. B. Baillière et fils).

Questo volumetto edito con molta eleganza è dedicato agli allievi delle scuole industriali e di commercio. Però per la sua semplicità e chiarezza, resa ancor più grande da numerosissime figure, può essere di molta utilità a chiunque voglia rendersi ragione dei fenomeni che spesso si osservano nella vita pratica e che voglia conoscere le più importanti applicazioni della fisica.

Nella prima parte l' A. espone le nozioni fondamentali della fisica, servendosi nelle dimostrazioni del solo metodo sperimentale. Sono rese molto semplici e chiare le descrizioni degli apparecchi e di tutte quelle macchine che specialmente sono impiegate nelle industrie.

Nella seconda parte tratta delle principali applicazioni all' industria delle varie parti della fisica, estendendosi maggiormente sopra quelle dell' elettricità. Espone tutte le numerose e svariate applicazioni della corrente elettrica, e tutte le più recenti scoperte fra le quali il telegrafo senza fili, il grafofono ed i raggi Röntgen.

P. G. MELANI.

TRAITÉ DE MONOGRAPHIE
di MAURICE D' OCAGNE.

(Un volume in 8, 480 pag. con 177 fig. e una tavola. Prezzo L. 14. Rilegato in cuoio L. 17. — Gauthier-Villars, Parigi, 1899).

Questo trattato contiene estesamente sviluppata la teoria della rappresentazione grafica delle equazioni a più variabili, in vista della costruzione degli abbachi.

I diversi tipi usuali di abbachi formano l' oggetto di studi abbastanza completi, resi più facili da numerosi esempi pratici.

A base della teoria è posta la nozione di *scala d' una funzione*, che l'A. approfondisce subito per applicarla nel capitolo

Digitized by Google

primo alla rappresentazione delle equazioni *a due variabili*. Per le equazioni *a tre variabili* s' offre subito un modo assolutamente generale di rappresentazione che è studiato nel capitolo secondo e che dà luogo agli abbachi cosiddetti *a incrociamento*. Questi abbachi sono, per ogni equazione, suscettibili di una infinità di varianti, fra le quali la teoria insegna in ogni caso a discernere quelle più semplici. La cosa migliore, quando si può, è di ricorrere a semplici linee rette. È a questo scopo che interviene il principio dell' *anamorfosi* immaginato da Lalanne e generalizzato da Massau. L'A. fa vedere inoltre il partito che, per migliorare un abbaco a rette incrociate, si può trarre dal principio dell' omografia.

Un altro principio, quello della *dualità*, ha pure permesso all'A. di proporre un nuovo tipo di abbaco detto *ad allineamento*, d' un impiego estremamente generale e che offre, dal punto di vista pratico, i più grandi vantaggi. A questo tipo di abbaco è consacrato il capitolo terzo.

Il capitolo quarto è riservato ad un' applicazione generale dei principi precedenti al calcolo dei profili di rinterro e di sterro.

A partire da quattro variabili non esiste più un modo di rappresentazione applicabile a una equazione qualunque; ma impiegando, sia *gli elementi*, punti o linee, *sovrapposti*, sia i *sistemi mobili* si arrivano a stabilire dei modi di rappresentazione applicabili a equazioni *a più di tre variabili* di una grande generalità e che comprendono press' a poco tutte quelle che si incontrano nelle applicazioni. I più comuni di essi sono studiati nel capitolo quinto.

Ha grande interesse lo stabilire e il classificare tutti i modi possibili di rappresentazione applicabili alle equazioni *a un numero qualunque di variabili*. Questo problema, di cui la soluzione sintetizza tutta la teoria sviluppata nell' Opera, è completamente risoluto nel capitolo sesto.

M. PANDOLFI.

Digitized by Google

PREMIERS PRINCIPES DE GÉOMÉTRIE MODERNE,
di ERNEST DUPORCQ.

(Un vol. in 8°, 160 pag. con figure. - Prezzo L. 3. - Gauthier-Villars, Parigi, 1899).

Quest' opera è destinata in modo speciale agli studenti di matematiche pure, ai quali potrà rendere grandi servigi, risparmiando loro la lettura di Opere più voluminose.

Per mettere il lettore in grado di applicare da se stesso i metodi indicati, l' A. ha inserito un gran numero di esempi svariati, scelti specialmente fra i soggetti proposti ai concorsi in questi ultimi anni.

Come indica il suo titolo, questo libro non ha la pretesa d' essere un trattato completo. — È composto di sei capitoli.

Nel primo consacrato ai preliminari, l' A. mette in evidenza il carattere analitico dato alla geometria dall' introduzione degli immaginari e indica le prime nozioni sulle trasformazioni delle figure. Il capitolo secondo tratta delle divisioni e dei fasci omografici o in involuzione e della loro applicazione alla generazione delle curve e delle superfici del secondo grado. Nel capitolo terzo è esposta geometricamente la teoria delle trasformazioni omografiche e correlative sia nel piano che nello spazio. I capitoli quarto e quinto sono consacrati allo studio delle principali proprietà delle coniche e delle quadriche. Nell' ultimo capitolo si trovano le applicazioni delle trasformazioni omografiche e correlative, uno studio geometrico dell' inversione e delle curve piane anallagmatiche; infine interessanti sviluppi sulle trasformazioni quadratiche piane. L' A. termina con un' esposizione puramente geometrica della trasformazione dovuta a Lie, che associa fra loro le rette e le sfere.

M. PANDOLFI.

Digitized by Google

RIVISTA

Annales de Chimie et de Phys.

VII serie, T. XVI-XVII, Gennaio a Giugno 1899.

BERTHELOT. *Azioni chimiche esercitate dall' effluvio elettrico* (pp. 5-103). — È una serie di sette memorie i risultati principali delle quali sono i seguenti:

1° L'equilibrio finale di un corpo assoggettato all'azione dell' effluvio elettrico è determinato dalla formazione di composti a molecole condensate, solide o resinose, cattivi conduttori dell' elettricità. Quando il composto iniziale è debolmente idrogenato, tutti i gas possono rimanere assorbiti; mentre che se è più ricco in idrogeno, una porzione più o meno grande di quest' ultimo si libera.

2° Quando l' effluvio agisce su composti organici ternari gli effetti sono più complessi. Se il composto è ricco in ossigeno si forma dell' ossido di carbonio, dell' acido carbonico e dell' acqua; se è azotato, in generale assorbe azoto allo stato di derivato ammoniacale.

3° L'ossido di carbonio e l' acido carbonico, reagendo sur un eccesso d' idrogeno, si condensano, sotto l' influenza dell' effluvio elettrico, in idrato di carbonio.

4° Nella reazione degli ossidi di carbonio e dell' idrogeno, sotto l' influenza dell' effluvio, se l' idrogeno fa in parte difetto, si ottengono dei composti condensati più ossidati.

5° Quando, nel corso di queste reazioni, si forma dell'acqua libera, come prodotto normale della fissazione dell' azoto sugli elementi dell' acqua, si forma l' azotito d' ammoniaca.

6° I carburi acetilenici si cambiano in polimeri condensati, senza notevole perdita d' idrogeno.

7° I carburi etilenici si polimerizzano, ma perdono una dose di idrogeno rispondente ad una frazione d' equivalente per molecola di carburo.

8° I carburi formenici perdono di più 2 atomi d' idrogeno per molecola.

9° Gli alcoli fissano l' azoto formando composti condensati di natura amidea e specialmente alcalina.

Digitized by Google

10° Questa fissazione d'azoto è accompagnata, nel caso degli alcool della serie grassa, da una perdita di idrogeno di 2 atomi per gli alcool etilico e propilico, e di 1 solo atomo per il metilico che fa eccezione.

11° I fenoli fissano l'azoto e non perdono idrogeno in proporzioni notevoli.

12° Le aldeidi fissano l'azoto formando composti condensati dell'ordine dei derivati ammoniacali delle aldeidi. Questa fissazione provoca delle perdite d'idrogeno piccole.

13° Gli acidi organici in generale fissano l'azoto.

14° Nel caso di acidi, questa fissazione si effettua con perdite d'idrogeno nulle o quasi.

15° In generale l'ossigeno rimane totalmente fissato nei composti solidi o liquidi.

16° La maggior parte dei composti organici azotati fissano una nuova dose d'azoto, qualunque sia la funzione di questi composti.

17° I composti che si collegano alla serie grassa perdono dell'idrogeno nello stesso tempo che fissano dell'azoto.

FABRY CH. e PEROT A. *Teoria e applicazioni d'un nuovo metodo di spettroscopia interferenziale* (pp. 115-144). — Il metodo di spettroscopia esposto dagli A. riposa, come quello di Michelson, sull'osservazione delle frange d'ordine elevato, ma ne differisce per questo che le onde interferenti, invece di essere due sole, sono in numero infinito; ciò che avvicina i fenomeni che essi osservano a quelli che dà un reticolo. Descrivono poi lo strumento fatto costruire, e come applicazione studiano alcune radiazioni emesse dai vapori metallici portati all'incandescenza con la scarica d'un rocchetto.

DITTE A. *Sulle proprietà dell'alluminio* (pp. 152-162). — L'A. dimostra che l'alluminio non è un metallo inalterabile come comunemente si crede; e, lungi dal resistere alla maggior parte degli agenti chimici, esso subisce la loro azione con facilità; ma è notevole per l'opposizione che esiste fra le sue qualità reali e le sue proprietà apparenti. In virtù dell'estrema facilità con la quale si ricuopre di strati protettori gassosi o solidi, fra lui e i liquidi nei quali s'immerge non c'è che un contatto estremamente imperfetto che può facilmente togliersi. Bisogna dunque preoccuparsi, nelle applicazioni alla fabbricazione dei vasi da cucina, delle alterazioni più o meno intense che può subire questo metallo.

RAOULT F. M. *Crioscopia di precisione. — Applicazione ad alcune soluzioni acquose* (pp. 162-220). — È una lunga memoria nella quale sono diligentemente descritte tutte le cure minuzio-

Digitized by Google

sissime che devono prendersi in questo genere di ricerche molto delicate, sia nella scelta e studio dei termometri, sia nella forma del refrigerante che in quella della provetta crioscopica e dell' agitatore, sia nel condurre le esperienze. Sono discusse tutte le cause d' errore con grandissima cura. L'A. infine applica il metodo descritto allo studio delle soluzioni acquose di zucchero di canna, alcool e cloruro di potassio; confronta poi i suoi risultati con quelli ottenuti da altri sperimentatori.

De Coppet L. C. *Sulla congelazione dei miscugli d' acido acetico e di acqua e sulla solubilità reciproca di questi due corpi* (pp. 275-288). — In una loro memoria il Paternò e il Montemartini suppongono, fra le altre, che ogni miscuglio di acido acetico e di acqua abbia un solo punto di congelazione. L'A. con accurate esperienze dimostra che la congelazione dei miscugli d' acido acetico e di acqua non può essere rappresentata da una sola curva continua, ma sivvero da due curve che si tagliano e si prolungano al di là del loro punto d' intersezione, fino a certi limiti che per ora è impossibile determinare.

Perot A. e Fabry C. *Metodi interferenziali per la misura dei grandi spessori e il confronto delle lunghezze d' onda* (pp. 289-338). — Ogni misura interferenziale di lunghezza comprende la determinazione del numero di lunghezze d' onda contenute nella grandezza da misurare, o praticamente la determinazione del numero d' ordine d' una frangia. Questa determinazione presenta serie difficoltà quando questo numero è grande, ciò che avviene allorchè le lunghezze da misurare non sono piccolissime. Vari artifizi si sono fino ad ora adoprati, fondati tutti sull' uso di più radiazioni semplici. Gli A. descrivono un metodo applicabile alle frange a parte brillante che danno le lamine di aria di cui le faccie hanno un potere riflettore elevato (lame argentate). È anch' esso fondato sull' uso di un certo numero di radiazioni semplici, ma grazie alle proprietà speciali dell' apparecchio interferenziale usato, queste radiazioni possono adoprarsi contemporaneamente. L' osservazione si riduce all' esame dell' aspetto del fenomeno, senza alcun apparecchio di misura. Per di più, con osservazioni quasi identiche a quelle che servono a determinare i numeri d' ordine delle frange, si possono confrontare le lunghezze d' onda. Il metodo ideato per determinare il numero d'ordine conduce immediatamente alla determinazione d' una grossezza.

Gli A. descrivono anche un metodo, fondato sull' uso delle frange a luce bianca, che permette di copiare una grossezza e poi di misurarla. Lo stesso metodo permette di raddoppiare, triplicare

Digitized by Google

ecc. una grossezza, e quindi di misurare, in lunghezza d'onda, delle distanze di più decimetri.

Non è possibile dare un breve cenno di questi metodi.

BRILLOUIN M. *Teoria molecolare dell' attrito dei solidi levigati* (pp. 433-457). — Si crede comunemente che l'attrito dei solidi sia inesplicabile mediante l'azione delle forze centrali, funzioni della sola distanza delle molecole due a due. L'A. si propone di dimostrare che, al contrario, nello strisciamento relativo di due corpi solidi levigati, una parte del lavoro motore si converte in forza viva di movimenti molecolari, impercettibili come movimenti, percettibili come calore.

L'esempio più comune di conversione di lavoro motore in movimento oscillatorio è quello del porre in movimento un ago calamitato M sospeso ad un filo di torsione, o soggetto all'azione direttrice della terra, mediante lo spostamento lento di una calamita A, secondo un certo cammino, riportandola poi alla posizione primitiva con la stessa orientazione.

Se il cammino descritto da A è assai lontano da M, questo, deviato, ritorna, insieme con A, alla sua orientazione iniziale senza velocità.

Se il cammino percorso da A si avvicina molto ad M, questo prima è deviato, segue gli spostamenti di A, e la stabilità del suo equilibrio si accresce, passa per un massimo, poi decresce e si annulla.

Allora M si precipita verso una nuova posizione d'equilibrio stabile, si mette ad oscillare e seguita mentre si riporta A alla sua posizione iniziale.

Il lavoro totale speso per muovere A lungo un cammino chiuso è nullo nel primo caso; nel secondo caso ha un valore variabile col cammino percorso e ugnale all'energia oscillatoria comunicata ad M.

La descrizione di questa esperienza basta per formulare il seguente principio:

« Un sistema meccanico isolato, soggetto a deformazioni lente, e che si possono credere reversibili finchè non si esamina la stabilità degli stati d'equilibrio la successione dei quali costituisce il ciclo, diviene la sede di fenomeni irreversibili, allorchè il ciclo comprende degli stati instabili ».

L'energia cinetica che resulta da questi stati instabili ha un segno fisso, indipendente dal senso con cui si percorre il ciclo. Se si trascura di valutare questa energia cinetica, si può credere ad una scomparsa d'una parte di lavoro motore.

Digitized by Google

L'A. dimostra che questa osservazione dà la spiegazione dell'attrito dei solidi, stabilendo che gli effetti s'accumulano con la ripetizione d'un medesimo ciclo parzialmente instabile.

LAFAY A. *Sulla polarizzazione della luce diffusa dal vetro spulito* (pp. 503-562). — L'A. si propone di studiare più minutamente di quanto fin qui si è fatto la diffusione della luce polarizzata.

Per superficie diffondente prende quella del vetro variamente spulito.

La Memoria consta di tre capitoli: nel primo l'A. descrive gli apparecchi adoprati, i particolari dei metodi seguiti per analizzare la luce diffusa, la preparazione delle superficie. Per valutare il loro grado di spulimento relativo l'A. ricorre alla misura, un po' incerta, dell'angolo d'incidenza a partire dal quale esse cessano di riflettere distintamente una imagine luminosa.

Nel capitolo secondo l'A. descrive i fenomeni osservati quando si fanno variare i principali elementi da cui dipendono, come il grado di spulimento, l'indice del vetro, l'orientazione del piano di polarizzazione e colore della luce incidente. Questo capitolo non si presta ad un breve riassunto, come non vi si presta il terzo nel quale la diffusione è trattata sotto un aspetto diverso e più teorico.

Dopo avere stabilito delle relazioni generali che riconducono lo studio di questi fenomeni alla determinazione d'un certo numero di parametri fondamentali, l'A. esamina in particolare il caso in cui il raggio diffuso che si considera si trova nel piano d'incidenza. Si serve delle misure fatte in queste condizioni per stabilire dei diagrammi che mettono in evidenza una rassomiglianza inattesa fra la diffusione vitrea e la riflessione regolare sui metalli levigati.

NEYRENEUF. *Memoria sui tubi sonori irregolari e conici* (pp. 562-574). — L'A. si propone di studiare le modificazioni che arrecano nei tubi le variazioni delle masse gassose vibranti, e cerca sperimentalmente l'azione sulla risonanza di irregolarità crescenti e decrescenti.

Si sa che la lunghezza di risonanza d'un tubo chiuso cilindrico aumenta quando si mette sul fondo uno strato di grani di piombo, e se la grossezza dello strato aumenta, la lunghezza di risonanza prima aumenta, passa per un massimo, ritorna al suo valore normale, poi decresce fino ad un valore limite. L'A. esamina il fenomeno dell'aumento di lunghezza d'onda, mediante tubi cilindro-conici che permettono di operare con masse regolarmente crescenti o decrescenti.

Digitized by Google

DEWAR JAMES. *Sul punto d' ebollizione dell' idrogeno liquido sotto pressione ridotta* (pp. 5-12). L' idrogeno liquido, come gli altri liquidi, deve bollire ad una temperatura tanto più bassa quanto la pressione sotto la quale è volatilizzato è più debole. L'A., fondandosi sui dati ottenuti da un termometro a filo di platino in altre sue misure sul punto d' ebollizione dell' idrogeno, trova due formule dalle quali si deduce che l' ebollizione sotto 25 mm. di pressione deve ridurre il punto d' ebollizione di 10° C., essendo il punto d' ebollizione assoluto dell' idrogeno, alla pressione atmosferica, 35°. Le esperienze istituite in proposito hanno presentato delle grandissime difficoltà dovute sia alla conducibilità pel calore dei conduttori, sia all' inefficacità dell' isolamento calorifico e al solidificarsi dell' aria sul filo termometrico. Trova che quando il termometro a resistenza di platino arriva ad una resistenza limite, a circa 35° assoluti, come pure a temperature inferiori, non cambia più di resistenza. Con un filo di lega platino-rodio il fatto non si è verificato, ciò che può spiegarsi pensando che la lega rodio-platino diminuisce meno rapidamente e resta molto più grande di quella del platino in condizioni simili, e perciò la curva di resistenza devierà meno di quella del platino dalla linea retta. L'A. ripete l' esperienza con un termometro a idrogeno, a volume costante e sotto debole pressione. Sicchè ha tre determinazioni pel punto d' ebollizione dell' idrogeno: con una resistenza di platino puro, trova 35° assoluti; con la lega rodio-platino, 27°; col termometro a idrogeno 21°. Pare risulti che il punto d' ebollizione dell' idrogeno è realmente più basso di quello che fin qui credevasi.

DEWAR JAMES. *Applicazione dell' idrogeno liquido alla produzione dei grandi vuoti e loro esame spettroscopico* (pp. 12-22). — Per produrre dei vuoti molto spinti l'A. immerge l' estremità del tubo che deve vuotarsi nell' idrogeno liquido; l' aria in esso contenuta gela e non resta nel recipiente alcuna pressione apprezzabile, tanto che esso presenta una grande resistenza al passaggio della scarica, e il vetro ha un' alta fosforescenza. L'A. esamina allo spettroscopio vari tubi preparati in tal modo, ed in alcuni trova la riga del nuovo elemento al quale Ramsay ha dato il nome di *neon;* in altri trova le due linee del *cripton*. Con questo metodo si possono rintracciare tutte le materie più volatili contenute nell' atmosfera.

CROVA A. *Nota sull' attinometro a alcool* (pp. 22-38). — L'A. descrive minutamente molti perfezionamenti portati al suo attinometro ad alcool, il quale, così perfezionato, permette di fare in poco tempo molte osservazioni, e quindi con esso si può seguire la

Digitized by Google

fluttuazione della radiazione solare e costruire le curve orarie delle calorie. Si può giungere ad un' approssimazione di 1 e anche di 0,5 per 100 quando si fa uso di tutte le correzioni indicate dall'A.

MASCART E. e BENARD H. *Sul potere rotatorio dello zucchero* (pp. 125-144). — Incaricati dalla Commissione degli zuccheri ed alcool gli A. hanno intrapreso un diligentissimo studio per determinare, con tutta l' esattezza possibile, la quantità di zucchero che deve contenere una soluzione condotta al volume di 100 c^3, perchè questo liquido, osservato in un tubo di 20 cm. di lunghezza produca una rotazione determinata del piano di polarizzazione. Le conclusioni a cui giungono sono le seguenti:

1) La soluzione che contiene gr. 16,29 di zucchero a 20° in 100 c^3 produce la rotazione normale (21°,67).

2) Una prima causa di errore proviene dalla poca esattezza dei recipienti graduati, che convien sempre verificare trascurando la dilatazione del vetro che porterebbe solo all' errore di $^1/_{1000}$ per una variazione di temperatura di 20°.

3) Il volume della soluzione deve misurarsi ad una temperatura prossima ai 20°; per una differenza di $\pm 2°$, l' errore è inferiore a $^1/_{1000}$. Bisogna spesso verificare la posizione di zero.

4) La misura della rotazione deve farsi a 20°. Deve agitarsi bene il liquido avanti l' osservazione, proteggere l' apparecchio contro l' irraggiamento della fiamma, e determinare la temperatura con un termometro sdraiato sotto il tubo contenente la soluzione.

5) Il grado saccarimetrico osservato è troppo debole o troppo forte secondo che la temperatura è superiore o inferiore a 20°, e la correzione è di circa 0,00045 per grado.

6) Usando polarimetri che contengono solo un cristallo di bicromato di potassio per purificare la luce, si commette l' errore di $^1/_{1000}$ in meno sulla lettura: basterà dunque aggiungere questa frazione alla cifra ottenuta.

LEDUC A. *Alcune applicazioni dei volumi molecolari* (pp. 173-196). — Nelle sue ricerche anteriori sui gas l'A. ha sostituito alla formula dei gas perfetti l' altra applicabile ai gas reali:

$$M p v = R T \varphi ,$$

che fa intervenire il principio d'Avogadro-Ampère come legge limite, dove R è lo stesso per tutti i gas cioè 8313.10' C. G. S. se si prende per l' ossigeno M = 32, e se si contano le temperature da — 273°,2 C. La funzione φ è detta *volume molecolare*. Ha poi mostrato, in particolare, che si possono calcolare i volumi

Digitized by Google

molecolari φ, i volumi specifici v, e le densità D rispetto all'aria dei gas e vapori mediante le formule:

$$\varphi = \frac{10^4 - y}{10^4 + (e-1)z + (e-1)^2 u}; \quad v = \frac{RT}{Mp}\varphi; \quad D = \frac{1}{28{,}973}\frac{M}{\varphi}$$

y, z e u essendo funzioni empiriche dell'inversa della temperatura ridotta, ed $e = \frac{1}{76}$ della pressione ridotta.

Nella prima parte di questa memoria l'A. si propone di vedere fino a qual punto la prima formula può estrapolarsi e la applica ad esperienze eseguite sull'isopentano, sull'etere, sul solfuro di carbonio e sul vapore d'acqua, pel quale ultimo giunge a concludere che a misura che ci si avvicina alla saturazione, quando vi siamo molto vicini, si produce una condensazione di natura chimica, cioè un assorbimento d'acqua dai prodotti di decomposizione del vetro.

Nella seconda parte l'A. studia i vapori anomali, cioè quei vapori pei quali la densità trovata sperimentalmente o è inferiore alla teorica, ed allora si ha la dissociazione, o è superiore, e allora si ha polimerazione. Considera la dissociazione del cloro a temperature elevate e dell'ipoazotite, ed infine la polimerazione del vapore d'acido acetico.

G. Ercolini.

The Physical Review. Marzo a Giugno 1899.

Mac Gregor J. G. *Sulla applicabilità della teoria della dissociazione alla elettrolisi di soluzioni acquose contenenti due elettroliti con un ione comune* (pp. 129-140). — Fondandosi sulle ricerche fatte recentemente da alcuni sperimentatori sulla elettrolisi di soluzioni acquose contenenti due elettroliti con un ione comune, l'A. si propone di studiare l'effetto prodotto sullo stato di ionizzazione di un elettrolita in soluzione dall'aggiunta di quantità diverse di un secondo elettrolita. Quantunque le osservazioni siano soggette a grandi errori per la determinazione del coefficiente di ionizzazione, pure in molti casi l'A. ha potuto appurare che l'effetto prodotto sullo stato di ionizzazione di un elettrolita dalla presenza di un altro nella stessa soluzione, è conforme a quello richiesto dalla teoria della dissociazione.

L'A. determina i coefficienti di ionizzazione delle soluzioni complesse indipendentemente dai risultati elettrolitici, calcola la quantità relativa dei singoli ioni trasportati dalla corrente secondo la teoria, e confronta i valori calcolati con quelli osservati. Applica

Digitized by Google

questo metodo alle soluzioni contenenti KI e KCl; H_2SO_4 e $CuSO_4$; NaCl e HCl; BaCl e HCl.

THOMPSON J. O. *Sul periodo e decremento logaritmico di un filo vibrante continuamente* (pp. 141-151). — L'A. trova che, contrariamente a quanto fu osservato da alcuni studenti nel laboratorio fisico dell' Università di Glasgow nell'anno 1864-65, in ogni filo metallico vibrante, non eccessivamente caricato di peso, se la temperatura e l' ampiezza di vibrazione sono costanti, il periodo e il decremento logaritmico sono pure costanti.

HOTCHKISS J. H. *Apparecchio portatile per la fotografia simultanea delle curve di due correnti variabili* (pp. 152-160). — È essenzialmente costituito da due pronti galvanometri, del tipo Deprez, posti in una cassetta che porta ad un estremo un tamburo girante che fa scorrere, con una certa velocità, una carta sensibilizzata, sulla quale vanno a battere le imagini di due strette fenditure, riflesse dagli specchietti portati dagli aghi dei galvanometri. L'A. descrive minutamente le singole parti dell' apparecchio e le numerose applicazioni che ne ha fatte.

ZELENY J. *Sulle correnti di convezione e sulla caduta di potenziale agli elettrodi di conduzione prodotte dai raggi Röntgen* (pp. 161-173). — L'A. trova che:

1.° Durante la conduzione attraverso un gas sotto l' influenza dei raggi Röntgen, si producono delle correnti di convezione nel gas, il quale, in generale, si muove verso gli elettrodi.

2.° Le correnti di convezione sono causate dal moto delle cariche libere esistenti nel gas.

3.° La rapida caduta di potenziale presso gli elettrodi durante la conduzione esiste entro il primo $^1/_{10}$ di mm. dalla superficie.

4.° La forza elettrica che agisce sopra gli elettrodi si accresce esponendo il gas ai raggi Röntgen.

SHEDD J. C. *Un modello meccanico della macchina Carnot* (pp. 174-180). — L'A. fa osservare che, poichè la macchina di Carnot è una macchina ideale, ogni apparecchio atto ad illustrarla deve essere della natura di un *modello*, e non di una macchina che lavora. Con questa limitazione egli descrive un apparecchio il quale, forse, non dimostra nulla, ma è atto a fissare con chiarezza nella mente degli studenti la macchina di Carnot e il secondo principio della termodinamica.

Non si presta ad una breve descrizione.

BAUN F. G. *Metodo generale per determinare la migliore lettura di uno strumento col minore errore nella misura di una data quantità* (pp. 181-183). — Nel fare delle misure indirette succede frequentemente che l' accuratezza probabile del resultato varia con

Digitized by Google

la lettura della quantità osservata. Sia x quest' ultima ed y quella da misurarsi, cioè la lettura dello strumento, e poniamo $y = f(x)$.

Da questa si ha:

$$\frac{dy}{y} = \frac{f'(x)\,dx}{f(x)}.$$

Il secondo membro è la variazione di y dovuta alla variazione dx di x, e il primo membro dà perciò l' errore percentuale in y dovuto all' errore dx nel leggere x. Perchè l' errore nella quantità determinata dalla misura di x sia il minore possibile, bisogna che $\frac{dy}{y}$ sia un minimo, il che porta alla condizione:

$$f(x)f''(x) = [f'(x)]^2.$$

L'A. applica il metodo alla misura di una resistenza col reocordo, e alla bussola delle tangenti.

NICHOLS E. L. *Nota sul coefficiente di dilatazione del ghiaccio* (pp. 184-186). — La bibliografia dell' argomento mostra che pel coefficiente di dilatazione del ghiaccio si hanno numeri molto discordanti, oscillanti da 0,0000350 a 0,0000530. L'A., approfittando del freddo Febbraio di quest' anno, ha ripreso la determinazione, e adopra la macchina divisoria munita di due microscopi con micrometro oculare. La media di molte determinazioni dà pel coefficiente di dilatazione del ghiaccio a circa $-10°$ il valore: $0{,}0000540 \pm 0{,}000002$.

WAITNER W. e MALLORY F. *Confronto del termometro a mercurio del Rowland con un termometro a platino Callendar-Griffith; confronto del termometro a platino con un termometro Tonnelot campionato al Bureau International, e riduzione del valore Rowland dell' equivalente meccanico del calore alla scala ad azoto di Parigi* (pp. 193-236). — È una lunga memoria che non si presta ad un breve riassunto.

BARRY MAC NUTT. *Forza elettro motrice di polarizzazione di pile elettrolitiche per correnti di piccolissima densità* (pp. 237-244). — In una cellula elettrolitica che ha due elettrodi di zinco immersi nel solfato di zinco, o due elettrodi di rame immersi nel solfato di rame, o due elettrodi di argento immersi nel nitrato d' argento, se gli elettrodi hanno la identica composizione chimica, e non c' è concentrazione dell' elettrolita agli elettrodi, la contro f. e. m. è zero. Ora questa parte di f. e. m. di un elettrolita espressa da Ri, è proporzionale alla corrente, e perciò può trascurarsi per piccolissime correnti. Dunque le f. e. m. totale E di-

Digitized by Google

viene semplicemente $\frac{\Phi(i)}{i}$ dove $\Phi(i)$ è quella parte di potenza spesa in una cellula elettrolitica che appare agli elettrodi in forma di calore dovuto al processo termodinamico irreversibile che accompagna il deposito degli ioni. L'A. si propone di determinare $\frac{\Phi(i)}{i}$ per correnti di piccolissima densità, il che ha importanza teorica, poichè se l'azione che ha luogo in una cellula elettrolitica, per correnti infinitesime non è termodinamicamente reversibile $\left(\frac{\Phi(i)}{i} = 0 \text{ quando } i = 0\right)$ i principi ordinari di termodinamica non sono applicabili alla cellula. Siccome $\frac{\Phi(i)}{i}$ è funzione del tempo e della corrente, l'A. fa delle esperienze per vedere come dipende da entrambi.

I resultati a cui giunge sono i seguenti:

1.° Quando le cellule sono state senza corrente 24 ore e poi sono attraversate da una corrente costante, la f. e. m. di polarizzazione $\frac{\Phi(i)}{i}$ varia inversamente al tempo; ma se le ha attraversate una corrente e questa poi cresce e diminuisce fino ad un certo valore, raggiunto il quale rimane costante, la f. e. m. $\frac{\Phi(i)}{i}$ varia direttamente con la corrente.

2.° La f. e. m. $\frac{\Phi(i)}{i}$ non diviene zero con correnti di densità la più piccola; perciò la spesa di potenza $\Phi(i)$ è dovuta ad una azione termo-dinamica irreversibile; quindi le leggi della termodinamica non sono applicabili all'azione di polarizzazione in una cellula elettrolitica.

KINSLEY C. *Un metodo per misurare la frequenza di correnti alternate* (pp. 244-249). — Una striscia di ferro è messa in vibrazione da un elettromagnete percorso da corrente alternata; la sua lunghezza è invariabile e l'aggiustamento necessario della sua periodicità è ottenuto da un peso addizionale scorrevole. Dalle dimensioni e costanti fisiche della striscia si desume il numero delle sue oscillazioni, con un errore minore di $\frac{1}{4}$ dell'1 %.

KAUN L. *Fenomeni di radiazione dovuti a strati luminosi di balsamo* (pp. 250-251). — L'A. ha fatto la seguente esperienza: sopra un pezzo di carta ha messo alcune strisce di diverse sostanze, ha adagiato la carta su una lastra fotografica; sopra le strisce ha collocato uno schermo ricoperto con uno strato di balsamo, che preventivamente era stato esposto alla luce diretta del

Digitized by Google

sole (da una mezz' ora a sei ore), ed ha messo il tutto entro una cassetta perfettamente opaca alla luce. Dopo un tempo variabile da mezzo minuto ad alcuni giorni egli ha trovato la lastra sensibilizzata, ma mentre la carta bianca si mostra trasparente, la nera lo è molto meno; diguisachè è riuscito a fotografare il nome scritto su un biglietto da visita. Il legno e l' alluminio sono pure trasparenti a queste radiazioni emesse dallo strato di balsamo. Si potrebbe credere che i corpi usati fossero trasparenti alla intensa luce emessa dallo schermo, ma uno schermo tenuto al buio per uno o due giorni ha dato gli stessi risultati, mentre la luminosità cessa dopo cinque o sei ore. L'A. si riserba di ritornare sull' argomento.

FOSTER W. J. *Conducibilità e dissociazione di alcuni elettroliti* (pp. 257-281). — L'A. determina anzitutto la conducibilità di diverse soluzioni ancora poco studiate, e poi il loro grado di dissociazione. I risultati a cui giunge si mostrano d' accordo con quelli del Loomis e conformi alla teoria della dissociazione di Arrhenius.

ROSA E. B. *Sulla derivazione delle equazioni di un' onda elettromagnetica piana* (pp. 282-296). — È una memoria puramente teorica che non si adatta ad un breve cenno.

WESTON C. P. *Determinazione del modulo di elasticità per piccoli pesi* (pp. 297-303). — Mediante un interferometro l'A. determina il modulo di Young caricando con pesi da 0,5 g. a 2 g. nel suo centro una sbarra fissa alle sue estremità. Studia il rame, il bronzo e l' acciaio e trova che, certamente pel rame e pel bronzo, e probabilmente per l' acciaio, il rapporto fra la flessione e il peso è una costante per pesi da 0,5 g. a quelli che danno alla sbarra una deformazione permanente.

FRANKLIN W. S. e CLARK S. S. *Una curva normale di magnetizzazione del ferro* (pp. 304-309). — Gli A. chiamano *curva normale di magnetizzazione* quella che si ottiene contando sulle ascisse le intensità H del campo e sulle ordinate la induzione magnetica B, quando però la forza coercitiva o forza d' isteresi sia sempre eliminata. Per ottenere questo gli A. adoprano due metodi nei quali la disposizione è quella stessa di Ewing. Nel primo metodo assoggettano il pezzo di ferro che studiano al processo della smagnetizzazione per inversioni successive, e a questo proposito mandano in un rocchetto ausiliario, che circonda il ferro, una corrente alternata che riducono gradatamente a zero prima di ogni esperienza. Nel secondo metodo il ferro adoprato sotto forma di filo, è assoggettato ad una tensione costante e prima di ogni lettura di B e di H è posto in violenta vibrazione longitudinale. Riportano gli A. i risultati ottenuti con questi due metodi.

Digitized by Google

WEBB H. S. *Determinazione della perdita d' isteresi nel ferro per piccole induzioni* (pp. 310-314). — Il metodo usato dall'A. per misurare la perdita d' isteresi consiste semplicemente nel pesare con una bilancia la forza necessaria a rovesciare il magnetismo nel ferro. La energia per cm.^{3} perduta nel ferro in un ciclo è uguale alla forza in dine misurata dalla bilancia, divisa per l'area del pezzo di ferro, cioè: $W = \frac{f}{q}$. Per rendere il ferro magneticamente neutro l'A. adopra una corrente alternata che va gradatamente decrescendo. Il campione di ferro viene sospeso al piatto di una bilancia, e il rocchetto magnetizzante che lo circonda viene mosso lentamente, in alto e in basso, mentre in esso la corrente viene opportunamente invertita.

L'A. determina poi la curva di B ed H col metodo balistico, e trova che la relazione $W = y B^x$ non è ben verificata dalle sue osservazioni.

Il metodo impiegato dall'A. si presta alla misura della perdita di isteresi per valori piccoli dell' induzione; ma la misura è forse meno accurata di quella che può aversi, per esempio, col metodo magnetometrico di Ewing.

G. ERCOLINI.

Philosophical Magazine. Vol. 47, Marzo 1899.

THOMSON J. J. *Sulla teoria della conduzione dell' elettricità attraverso i gas per mezzo di ioni carichi* (pp. 253-268). — La conduttività elettrica dei gas soggetti alle radiazioni ultraviolette, ai raggi Röntgen, o a quelli uranici, o all' irraggiamento di un metallo incandescente, può attribuirsi agli ioni carichi presenti nel gas, il movimento dei quali nel campo elettrico costituisce la corrente. Per studiare la distribuzione della forza elettrica nel gas, bisogna conoscere: 1) la produzione degli ioni, che può avvenire o in tutto il gas, o in regioni particolari; 2) la ricombinazione degli ioni positivi con quelli negativi; 3) il movimento degli ioni sotto l'azione della forza elettrica.

La velocità degli ioni prodotti coi diversi mezzi sopra indicati è già stata misurata da Rutherford e Zeleny, da Mc Clelland e Wilson ecc.; e tutte le misure eseguite mostrano che la velocità degli ioni negativi è maggiore di quella dei positivi: in alcuni casi del 25 per $^0/_0$ circa, in altri è 17 o 18 volte maggiore; e queste diverse velocità potrebbero spiegare la maggior parte dei fenomeni che si osservano nelle scariche elettriche dei tubi a rarefazione. In ogni caso l'A. ammette che la velocità degli ioni sia

Digitized by Google

proporzionale all'intensità dell'azione elettrica che si esercita su di essi; e trova le equazioni cui deve sodisfare tale intensità in ogni punto di un gas contenente ioni carichi. Tali equazioni non si possono integrare nel caso generale: ma l'A. ne dà le soluzioni per alcuni casi particolari interessanti.

Un metodo conveniente di misurare la velocità degli ioni è quello di produrli in una regione, e di misurar l'intensità elettrica in due punti di una regione dove non si producono ioni, ma nel quale possono, sotto l'azione del campo, giungere solamente gli ioni di una specie.

Per es. se A e B sono due lastre metalliche parallele immerse in un gas, e si suppone che in uno strato LM fra esse vi sia produzione di ioni o per raggi Röntgen, o per luce ultravioletta ecc., e si suppone che il gas fra L M e B sia difeso dall'ionizzazione; allora se A e B son riunite ai poli di una batteria, una corrente passerà pel gas, e nella regione fra L M e B si avrà trasporto di ioni di un sol segno, che sarà positivo se A è positiva, e negativo se A è negativa. Pel valore dell'intensità elettrica X alla distanza K da L M, se i è la corrente e C una costante, si ha nel caso che la lastra A sia positiva:

$$X^2 = \frac{4\pi i}{K_1} x + C$$

essendo $K_1 X$ la velocità degli ioni positivi. Analogamente, pel caso in cui la lastra A sia negativa, si trova la velocità $K_2 X$ degli ioni negativi.

Dalla distribuzione dell'intensità X nel campo, si può anche dedurre in quali regioni si ha ionizzazione e in quali ricombinazione di ioni; poichè l'A. trova che si ha

$$\frac{d^2 X^2}{dn^2} = 8\pi e (q - \alpha n_1 n_2) \left(\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2}\right)$$

essendo e la carica di un ione, q il numero degli ioni + o − prodotti nell'unità di volume nell'unità di tempo, n_1 ed n_2 il numero degli ioni + e − presenti, ed $\alpha n_1 n_2$ il numero di ioni che si ricombinano in un punto dove l'intensità elettrica ha il valore X. Poichè $q - \alpha n_1 n_2$ ha lo stesso segno di $\frac{d^2 X^2}{dx^2}$, si vede che dove la curva rappresentativa di X avrà la convessità rivolta verso l'asse delle x vi sarà eccesso di ionizzazione: prevarrà invece la ricombinazione, dove la curva volgerà la concavità all'asse delle x.

Digitized by Google

Queste osservazioni si applicano anche alla scarica elettrica nei gas rarefatti; e le curve dell' intensità X misurata da Graham (*Wied. Ann.* 64, p. 49. 1898) mostrano due regioni di ionizzazione: una all' anodo e l' altra più intensa al catodo: nella luce positiva la curva è concava verso l' asse x, talchè la luce positiva è dovuta alla ricombinazione degli ioni. Anche nello spazio oscuro catodico la curva è leggermente convessa verso l' asse x; quindi ivi pure deve esservi ionizzazione, forse dovuta al moto stesso degli ioni, o dai raggi di scarica del Wiedemann.

SUTHERLAND W. *Raggi catodici, di Lenard e di Röntgen* (pp. 269 284). — Poichè i raggi catodici si propagano con la stessa velocità in diversi gas, e in tutti i gas il rapporto m/e fra la massa delle particelle e la loro carica è lo stesso, J. J. Thomson (*N. Cim.* (4), 7, 422) suppose che la materia che serve al trasporto dell' elettricità nei raggi catodici consista nelle particelle della sostanza primitiva, con la quale son fatti gli atomi di tutti i corpi.

L'A. fa osservare peraltro che per giungere a tale conclusione bisogna ammettere che la carica e debba essere associata ad una massa m; e che se questa ipotesi conduce a ritenere che gli atomi sien divisi in particelle aventi cariche differenti da quelle che si attribuiscono agli atomi nell' elettrolisi, non siamo più tenuti a seguire l' ipotesi degli ioni; ma si può supporre che possano esistere degli *electron* liberi nell' etere, e che nel fascio catodico la massima parte dell' elettricità si muova per mezzo di electron liberi, che posson riguardarsi come strati elettrici sferici.

L'A. dimostra che si può ritenere che gli electron liberi si muovano nell' etere; e se il processo col quale si comunica l' energia che è necessaria per metterli in moto è reversibile, arrestando il loro movimento in modo che non possa produrre energia ordinaria (cinetica o potenziale), si avrà produzione di calore o di luce.

Dalla teoria elettromagnetica di Heaviside si ha che l' energia di un electron che ha la velocità u, il raggio a e la carica e ha il valore $\mu e^2 u^2/3a$, essendo μ una costante; e poichè $m/e = 2\mu e/3a$, per $\mu = 1$, dai resultati del Thomson l'A. trova che $a = 10^{-14}$ cm., mentre i raggi delle molecole sono dell' ordine di 10^{-8} cm.; talchè le dimensioni di un electron son circa la milionesima parte di quella delle molecole, ed essi avranno perciò grande libertà di muoversi fra le molecole di tutti i corpi.

Secondo l' interpretazione di Stoney e di Helmholtz dell' elettrolisi, l' elettricità può esistere in unità separate o electron, come la materia esiste in atomi; ed è stata studiata la dinamica degli

Digitized by Google

electron, ma ritenendoli associati ad un atomo per formare gli ioni. Ma se i fenomeni elettrici si debbono spiegare coll' intervento dei soli electron, bisogna che si ammetta l' esistenza di electron liberi. Se due electron di segno opposto si uniscono, si avranno le particelle neutre dell' etere.

L'A. ritiene che nel fascio catodico, insieme ad alcuni ioni si trovino in molto maggior numero degli electron liberi, che son dotati d' energia e che si muovono con velocità quasi uguale a quella della luce. Quando questi electron cadono su una lamina metallica sottile, potranno attraversarla perchè sono piccolissimi di fronte alle distanze molecolari; ma uscendo dalla lamina dovranno diffondersi in tutte le direzioni, costituendo i raggi Lenard, i quali debbon godere della proprietà dei raggi catodici. Di fatti ciò accade; e di più, come i raggi catodici, anche quelli di Lenard dànno origine ai raggi di Röntgen. Il Thomson crede che questi raggi Röntgen consistano in una serie di pulsazioni elettromagnetiche provocate dal subitaneo arresto del movimento degli ioni; l'A. invece ritiene che i raggi Röntgen siano dovuti alle vibrazioni interne degli electron, i quali, essendo dotati d'inerzia, avranno una data forma e saranno costituiti da parti diverse, che potranno avere moti relativi fra loro. L' incontro di un electron con un atomo sarebbe la causa dell' eccitazione di tali vibrazioni interne, che sarebbero quindi originate dovunque i raggi catodici o di Lenard sono assorbiti. Per spiegare i fenomeni presentati dai raggi Röntgen, bisogna poi ammettere che le vibrazioni interne degli electron sieno di periodo brevissimo, in modo da potersi propagare fra gli interstizi molecolari senza interessare le molecole dei corpi. I raggi di diverso potere penetrante che possono aversi da differenti tubi o da diversi modi di eccitazione, sarebbero finalmente spiegati dall'A. ammettendo che le vibrazioni interne degli electron sieno accompagnate da alcune armoniche più o meno intense.

E poichè la differenza fra catodo ed anodo è dovuta all'attrazione maggiore che gli atomi metallici esercitano sugli electron positivi, sotto una data tensione si ecciteranno soltanto raggi catodici; ma l'A. ritiene che elevando sufficientemente la tensione, anche dall' anodo potrebbero partire raggi anodici, trasportanti elettricità positiva, e capaci di eccitare raggi Röntgen come i raggi catodici.

LEHFELDT R. A. *Proprietà dei miscugli liquidi* (pp. 284-296). — L'A. ha determinato la pressione del vapore di un miscuglio di due liquidi, che a temperatura ordinaria sono incompletamente miscibili; e specialmente la determinazione è stata fatta al punto

Digitized by Google

critico, cioè a quella temperatura alla quale la miscibilità da incompleta diviene completa. I resultati ottenuti per i miscugli di acqua e fenolo, e di acqua e anilina, son contenuti in diverse tabelle e rappresentati graficamente.

MORTON W. B. *Sulla propagazione di oscillazioni elettriche smorzate lungo fili paralleli* (pp. 296-302). — Riferendosi ai resultati ottenuti dal Barton (*N. Cim.* (4), 8, p. 436), l' A. studia l' effetto che sulla propagazione delle onde è esercitato dallo smorzamento che subiscono le onde propagate dall' oscillatore, e dalla mancanza di compensazione fra le costanti dell' apparecchio.

Lord KELVIN. *Applicazione della teoria dinamica di Sellmeier alle linee oscure* D_1 *e* D_2 *prodotte dal vapore del sodio* (pp. 302-308). — L'A. mostra come la teoria di Sellmeier renda conto della dispersione anormale osservata dal Becquerel (*C. R.* 5 Dic. 1898 e 16 Genn. 1899) con un prisma di vapore di sodio.

Lord RAYLEIGH. *Sul raffreddamento dell' aria pel raggiamento e per la conduzione, e sulla propagazione del suono* (pp. 308-314). — L'A. studia l' influenza che sulla velocità della propagazione del suono esercita il calore che si svolge o che è assorbito nelle condensazioni e nelle rarefazioni dell' aria, e mostra che il potere irraggiante dell' aria che entra nelle formule di correzione della velocità del suono, è assai minore di quello dedotto dal Duff (*N. Cim.* (4), 8, p. 333). I resultati del Duff sono forse dovuti, secondo l'A., più alla rifrazione atmosferica che alla radiazione e alla viscosità.

Lord RAYLEIGH. *Sulla conduzione del calore in una massa sferica d' aria limitata da pareti a temperatura costante* (pp. 314-325). — È uno studio sull' equilibrio termico di un gas lievemente disturbato, e racchiuso in un recipiente le cui pareti sono mantenute a temperatura costante. Il problema studiato dall' A. differisce da quello di Fourier, a motivo della mobilità del gas, che lo rende più complicato.

TAUDIN CHABOT J. J. *Combinazione di un' esperienza di Ampère con una di Faraday* (p. 331). — Fu mostrato da Ampère come un magnete possa ruotare attorno al suo asse sotto l' influenza di una corrente costante, e Faraday mostrò che la rotazione di un magnete attorno al suo asse dà luogo ad una corrente continua. Combinando queste due esperienze, l'A. ottiene un caso d' induzione per mezzo di correnti costanti.

Per mostrar ciò, un magnete cilindrico, coll' asse orizzontale, si tien fermo sopra due circuiti circolari E ed E_1, posti in un medesimo piano orizzontale, in modo che metà del magnete sia su un circuito, e l'altra metà sull' altra. Se in E si pone una pila

Digitized by Google

e in E_1 un galvanometro, chiudendo E_1 l'ago del galvanometro resta fermo; ma lasciando libero il magnete, questo comincia a ruotare e l'ago del galvanometro devia.

MARCHANT E. W. *Esperienze con la scarica da una punta* (pp. 331-332). — L'A. riferisce di aver ottenuto con la scarica da una punta negativa gli stessi effetti radiografici descritti dal Cook (*N. Cim.* (4), 9, p. 316).

A. STEFANINI.

Communications from the physical laboratory at the University of Leiden. N. 47 e 48.

VERSCHAFFELT J. *Misure sul sistema di linee isoterme vicino al punto doppio, e specialmente sul processo della condensazione retrograda di un miscuglio di acido carbonico e idrogeno* (pp. 1-9). — È una continuazione di un suo lavoro precedente (Vedi N. 45).

VERSCHAFFELT J. *Misure sul cambiamento di pressione con la sostituzione di un componente all' altro nel miscuglio di acido carbonico e idrogeno* (pp. 10-19). — Anche questa è una continuazione di una memoria precedente.

VAN EVERDINGEN E. Jr. *I fenomeni galvano-magnetico e termo-magnetico nel bismuto* (pp. 1-24). — È una continuazione di vari lavori precedenti. L'A. eseguisce molte misure su una stessa lastra di bismuto preparata elettroliticamente, e confronta i suoi risultati con quelli di altri sperimentatori.

G. ERCOLINI.

Digitized by Google

INFLUENZA DELLA PRESSIONE SULLA RESISTENZA ELETTRICA DEI METALLI.

Ricerche sperimentali del Prof. S. LUSSANA.

Già alcuni sperimentatori si sono occupati della variazione che subisce la resistenza elettrica di un filo metallico per effetto della compressione. Senza citare il lavoro del Wartmann [1]) il quale si limitò a comprimere fra i piatti di un torchio idraulico il filo, tenuto fra due lamine di guttaperca perchè non si deformasse, ricorderò che il Chwolson [2]) sottopose in un piezometro contenente acqua dei fili di rame, di ottone e di piombo ad una pressione di 60 atmosfere, mantenendo in una prima serie di esperienze la temperatura a 4° circa, mentre che in un' altra serie la temperatura era di circa 17°. Nella prima serie osservò un aumento nella conducibilità, mentre che nella seconda per il rame e l' ottone l' effetto della pressione era mascherato dalla diminuzione della conducibilità dovuta al riscaldamento che accompagna la compressione, e per il piombo l' effetto apparve molto minore che nella prima serie. Così pure R. Lenz [3]) trovò che sottoponendo il mercurio ad una pressione di 60 atm., si diminuisce la sua resistenza di 0,02 % per ogni atm., mentre che A. De Forest Palmer [4]) e C. Barus [5]) trovarono per il mercurio un coefficiente molto

1) E. Wartmann. On the effect of pressure on electric conductibility in metallic wires (Phil. Mag. (4), 18, 441-442).

2) O. Chwolson. Del lavoro del Chwolson non potei esaminare che i sunti che si trovano nei Beib. V. 449, 1881 e Forts. 37, 956, 1881. Veramente nel Winkelmann (Hand. d. Phys B. 3, Abth. 1, s. 274) si trova che la conducibilità dei metalli diminuisce per l' aumento della pressione; però siccome ambedue gli estratti citati concordano nel dire che il Chwolson trovò un aumento di conducibilità per l' aumento di pressione, così è probabile che il Winkelmann si riferisca più che altro al lavoro del Wartmann il quale in realtà avrebbe riscontrata una diminuzione.

3) R. Lorenz. De l' influence exercée sur la resistance galvanique du mercure par la pression, à la quelle il est soumis (Journ. d. russ. phys. chem. Ges. 16, (1), 111-121).

4) A. De Forest Palmer jr. On the pressure coefficient of mercury resistance (Sill. J. (4), 1-10, 1897).

5) C. Barus. The effect of pressure on the electrical conductivity of liquids (Sill. J. (3), 40, 219-223, 1890).

Digitized by Google

più piccolo. All' infuori di queste ricerche non ne esistono altre, che io mi sappia, su questo argomento; e mi sembrò interessante l' occuparmene anche in vista del contributo che i risultati possono portare al nesso fra le proprietà meccaniche dei metalli e la loro conducibilità elettrica o calorifica.

I fili metallici da me studiati erano avvolti a doppia spirale su un cilindretto di ebanite lungo il solco di due eliche fra loro parallele segnate su di esso. Questo cilindro di ebanite è portato dalla pinzetta termoelettrica rame-pachfong che mi servì già in ricerche anteriori [1]): due larghe spaccature praticate in corrispondenza della saldatura della pinzetta permettevano a quest' ultima di seguire le variazioni di temperatura dell' olio nel quale il filo era immerso. Le estremità del filo poi erano saldate l' una alla pinzetta stessa, e l' altra al pezzo d' ottone che porta la pinzetta essendo quest' ultima isolata elettricamente dall' ottone nel modo già descritto nel lavoro citato. Il tutto fu posto nel blocco laboratorio Caillettet e la pressione fu esercitata con un torchio Caillettet della portata di mille atmosfere e munito di un manometro metallico Bourdon diviso di 10 in 10 atmosfere. Il blocco laboratorio era immerso in un bagno ad acqua della capacità di una diecina di litri. La resistenza del filo venne misurata col metodo del ponte di Wheatstone mediante un galvanometro Thomson: e la intensità della corrente termoelettrica che serve a misurare la temperatura nell' interno del blocco laboratorio, fu determinata con un buon galvanometro Magnus a riflessione [2]). Infine la seconda saldatura della pinzetta si trovava nel bagno che circonda il blocco laboratorio, e la sua temperatura era data da un termometro Geissler diviso in decimi. Uno studio accurato della pinzetta termoelettrica e del coefficiente di temperatura della resistenza di ciascun filo studiato, mi permise di ridurre tutti i risultati ottenuti nelle singole serie, a quelli che si sarebbero avuti se la temperatura durante le espe-

1) S. Lussana. Contributo allo studio della resistenza elettrica delle soluzioni ecc. (N. Cim. (4), V, 1897).

2) Questo galvanometro lo devo alla gentilezza del Prof. Bocci direttore dell' Istituto fisiologico.

Digitized by Google

rienze fosse rimasta costantemente eguale alla media fra tutte le temperature realmente rilevate.

L' esattezza nella misura della temperatura, tenuto conto della sensibilità della pinzetta e dei termometri usati, non può che valutarsi entro il centesimo di grado, mentre che per ciò che riguarda la misura della resistenza, la sensibilità del galvanometro ed i rapporti fra le resistenze nei singoli tratti coll' intensità della corrente, era tale da permettere di calcolare sulla sensibilità di solo $^1/_{100\,000}$ della resistenza da misurarsi, in causa principalmente di inevitabili incertezze dovute più che altro all' impossibilità di tenere rimescolato l' olio nell'interno del blocco laboratorio. Tali cause però non potevano avere grande influenza date le piccole dimensioni del cilindro d' olio in confronto delle dimensioni notevoli della massa metallica che lo circonda, del bagno d' acqua in cui questa massa era immersa e della esiguità nelle variazioni di temperatura che si verificarono, avendo io sempre operato alla temperatura ambiente.

Le misure di resistenza le eseguii sempre quando era scomparsa la variazione di temperatura dovuta alla variazione di pressione, lasciando trascorrere un' ora almeno fra la variazione della pressione e la prima misura di resistenza. Poscia misurava d' ordinario la resistenza del filo in esame per cinque volte con un intervallo di cinque minuti fra ogni misura: la media di queste determinazioni la ritenevo come la resistenza vera del filo sotto la pressione media data dal manometro, ed alla temperatura pure media indicata dalla pinzetta nelle cinque misure.

Nelle tabelle che seguono tenni distinti i risultati ottenuti per pressioni crescenti da quelli avuti per pressioni decrescenti. Così pure le resistenze sono tutte ridotte, come dissi sopra, alla temperatura indicata in testa a ciascuna di esse. Nella terza colonna di ciascuna tabella, sta indicata la variazione media dell' unità di resistenza dovuta alla variazione di una atmosfera nella pressione, nell' intervallo delle due pressioni successive fra le quali è interposta. Sarebbe stato necessario introdurre una correzione nei risultati dovuta alla variazione di volume; ma non conoscendo per tutti i metalli

Digitized by Google

usati il coefficiente di compressibilità, stimai opportuno dare sempre i risultati non corretti. Tale correzione tenderebbe ad aumentare un poco il valore di δ poichè se è r_p la resistenza alla pressione di p atmosfere per un filo la cui lunghezza e sezione alla pressione atmosferica sono rispettivamente l ed s, si ha evidentemente

$$r_p = w_p \frac{l}{s} \left(1 + \frac{1}{3} \beta p\right)$$

dove w_p è la resistenza specifica alla pressione di p atm., e β il coefficiente di compressibilità. La resistenza quindi per dimensioni invariate è:

$$\frac{r_p}{1 + \frac{1}{3} \beta p} = r_p \left(1 - \frac{1}{3} \beta p\right).$$

Filo di ferro; diam. mm. 0,18; $t = 25°,78$ — Filo d'argento; diam. mm. 0,14; $t = 25°,99$

Pressione in atmosfere	Resistenza in Ω	$\delta \cdot 10^7$	Pressione in atmosfere	Resistenza in Ω	$\delta \cdot 10^7$
	Ω			Ω	
1 atm.	7,5425		1 atm	2,1860	
95	398	38	100	853	32
200	371	33	195	847	29
390	335	25	400	833	31
590	299	24	600	830	30
780	263	25	800	805	34
940	237	22	1000	792	30
1000	230	16	900	798	27
900	246	21	705	810	28
700	282	24	500	826	36
570	303	21	310	839	31
1	426	29	1	859	30

Digitized by Google

Filo di nickel; diam. mm. 0,80; $t = 23°.72$

Pressione in atmosfere	Resistenza in Ω	$\delta \cdot 10^7$
	Ω	
1 atm	0,48087	
100	78	19
190	70	19
395	52	19
600	37	15
780	28	10
1000	18	9
900	21	6
710	29	8
510	39	10
310	57	19
1	86	20

Filo di piombo; diam. mm. 1,03; $t = 25°.06$

Pressione in atmosfere	Resistenza in Ω	$\delta \cdot 10^7$
	Ω	
1 atm	0,39668	
100	591	194
200	512	199
400	353	200
590	228	166
790	145	105
990	074	89
900	106	90
700	174	86
500	283	137
305	430	190
1	669	198

Filo di rame; diam. mm. 0,91; $t = 10°.00$

Pressione in atmosfere	Resistenza in Ω	$\delta \cdot 10^7$
	Ω	
1 atm	0,12682	
100	678	31
300	672	24
500	667	20
700	664	12
790	663	9
600	666	12
400	670	16
210	675	21
1	683	30
460	671	21
1	682	19

Filo di platino; diam. mm. 0,48; $t = 23°,00$

Pressione in atmosfere	Resistenza in Ω	$\delta \cdot 10^7$
	Ω	
1 atm	5,94565	
100	4422	24,0
190	4295	23,7
300	4180	17,6
390	4093	16,6
500	4016	11,8
595	3964	9,2
680	3920	8,7
750	3886	8,2
595	3963	8,4
415	4072	10,2
220	4250	15,3
1	4568	22,8

Digitized by Google

Filo di platino; diam. mm. 0,075; $t = 9°,00$

Pressione in atmosfere	Resistenza in Ω	$\delta \cdot 10^7$
	Ω	
1 atm	66,3372	
230	3135	15,5
413	3007	10,5
580	2908	8,9
780	2800	8,1
920	2720	8,6
880	2743	8,7
650	2868	8,2
407	3000	8,2
1	3370	13,7

Filo di nickelina; diam. mm. 0,06; $t = 25°,2$

Pressione in atmosfere	Resistenza in Ω	$\delta \cdot 10^7$
	Ω	
1 atm	14,8352	
100	341	7,4
200	329	8,1
300	318	7,4
410	304	8,6
510	296	5,4
700	286	3,6
1000	268	4,1
1	353	5,7

Filo di manganina; diam. mm. 0,19; $t = 23°,34$

Pressione in atmosfere	Resistenza in Ω	$\delta \cdot 10^7$
	Ω	
1 atm	23,2097	
100	84	5,6
200	75	3,9
390	64	2,5
590	55	1,9
770	47	1,9
805	46	1,2
985	36	2,4
900	40	2,0
700	51	2,4
500	59	1,7
300	68	1,9
1	99	4,5

Filo di costantana; diam. mm. 0,10; $t = 25°,50$

Pressione in atmosfere	Resistenza in Ω	$\delta \cdot 10^7$
	Ω	
1 atm	15,0925	
200	903	7,3
400	887	5,3
585	879	2,9
740	872	3,0
980	861	3,0
700	873	2,8
500	882	3,0
310	893	3,9
110	911	6,0
1	924	7,9

Digitized by Google

Filo di argentana; diam. mm. 0,59; $t = 26°,15$

Pressione in atmosfere	Resistenza in Ω	$\delta \cdot 10^7$
	Ω	
1 atm	1,94583	
95	565	9,7
200	550	7,3
390	521	7,8
600	495	6,3
800	470	6,4
880	460	6,4
1000	450	4,3
910	458	4,6
705	485	6,8
505	510	6,4
305	533	5,9
500	509	6,3
1	582	7,5

Filo di ottone; diam. mm. 0,495; $t = 26°,39$

Pressione in atmosfere	Resistenza in Ω	$\delta \cdot 10^7$
	Ω	
1 atm	0,69601	
100	598	4,3
200	596	2,9
390	592	3,0
590	587	3,6
790	580	5,0
980	575	3,8
900	578	5,4
695	583	3,5
500	589	4,4
310	593	3,0
1	600	3,2

Dall' esame di queste tabelle si vede che la resistenza dei metalli diminuisce sempre con l' aumentare della pressione; questa diminuzione però non è in generale proporzionale alla pressione, ma tende verso un limite. *Lasciando poi scorrere un tempo sufficiente dopo che si è prodotta la variazione di pressione*, si vede che la resistenza dei fili si mostra la stessa tanto per pressioni crescenti quanto per pressioni decrescenti. In generale poi i valori di δ si mostrano molto più piccoli per le leghe che per i metalli puri. In ciò l' effetto della pressione è precisamente parallelo a quello della temperatura e della tensione.

Se, come già fece il Barus [1]) in base ad alcune sue ricerche ed a quelle del Chwolson, si confrontano i valori di

1) C. Barus. L'effect de la pression sur la conducibilitè electrique des liquides (Amer. Journ. of Scien. Sept. 1890. Lum. El. 38, 494, 1890).

Digitized by Google

$\frac{\delta R}{R}$ dovuti alla pressione da un lato ed alla temperatura dall'altro, quando sieno nei due casi eguali i valori di $\frac{\delta v}{v}$, si vede che per lo più l'effetto dovuto alla pressione è minore di quello che corrisponde alla temperatura; in pochi casi avviene l'opposto. La variazione dunque di pressione o di temperatura a cui si assoggettano i conduttori induce, per ciò che riguarda la loro conducibilità elettrica, delle alterazioni caratteristiche nel loro stato molecolare indipendentemente dalla variazione nella distanza delle molecole; in altre parole la resistenza specifica *dipende dalla velocità di movimento delle molecole.*

Un fenomeno del più alto interesse per la costituzione molecolare dei solidi e per il loro attrito interno, ebbi occasione di osservare durante queste ricerche; esso si collega intimamente con quelli già osservati dal Cohn [1]), dal De Marchi [2]), dal Tomlinson [3]), dal Barus [4]) e da altri. Osservai infatti che la resistenza di un filo è *fortemente diminuita* appena che è sottoposto ad un aumento di pressione, mentre che è *aumentata pure fortemente* da un' istantanea diminuzione di pressione. Tanto la diminuzione, quanto l'aumento sono seguiti da un rapido dapprima e poscia più lento ritorno verso la resistenza primitiva. In ambedue i casi però non si raggiunge mai la resistenza primitiva, ma nel primo caso resta un poco inferiore, e nel secondo un poco superiore. Un'azione meccanica dunque produce sulla resistenza elettrica dei metalli due alterazioni fra loro ben distinte, che per brevità chiamerò *temporanea* l'una e forte, *permanente* l'altra e molto più debole. La scomparsa completa della alterazione temporanea ha luogo dopo un tempo più o meno lungo a seconda che la deformazione che precede lo stato in esame ha durato più o meno. Fintanto che la pressione sotto cui è stato il filo ha durato poco tempo, lo stato variabile dura relativa-

1) Paul Cohn. (Wied. Ann. 41, 71, 1890).
2) De Marchi. (N. Cim. (3), 9. 31-35; 59-63; 1881).
3) Tomlinson. (Phil. Trans. 174, 1-172, 1883).
4) C. Barus. (Bull. Geol. Survey, n. 94, 1892).

Digitized by Google

mente poco, e l'equilibrio si raggiunge in un tempo abbastanza breve. Lo mostra la seguente tabellina, nella quale la prima colonna indica il tempo trascorso fra l'istante in cui fu levata la pressione di 500 atmosfere alla quale il filo era assoggettato e quello d'osservazione; la seconda colonna indica la resistenza del filo ridotta alla temperatura di 9°; la terza infine dà il rapporto (ρ) fra la resistenza osservata e quella che il filo assume in definitiva nelle condizioni in cui si trova. L'azione della pressione era durata 59 minuti [1]).

Filo di platino; diam. mm. 0,075; $t = 9°,00$

Tempo in minuti	Resisten. in ohm	ρ	Tempo in minuti	Resisten. in ohm	ρ	Tempo in minuti	Resistenza in ohm	ρ
	Ω			Ω				
2^m	66,431	1,001415	19^m	66,342	1,000074	165^m	66,3371	—
4	419	1233	31	3389	27	172	3371	—
$5\frac{1}{2}$	403	993	46	3375	6	215	3370	—
7	386	737	61	3370	—	231	3372	—
9	357	300	82	3372	—	240	3371	—
12	344	104	115	3371	—			

Ma se il filo rimane assoggettato a forte pressione per un tempo sufficientemente lungo, il fenomeno cambia aspetto. La resistenza che dapprima è molto forte si abbassa poi fino a diventare *inferiore* a quella che corrisponde allo stato di equilibrio, per rialzarsi in seguito e raggiungere lo stato normale. Un andamento pressochè eguale viene presentato nel caso in cui il filo venga compresso; solo che in questo caso si parte da un *minimo* nella resistenza invece che da un massimo. Ciò viene dimostrato all'evidenza dalle due seguenti tabelline che riporto scegliendole a caso fra le tante osserva-

1) Nei valori della resistenza in principio non do che tre cifre decimali, non potendo assicurare una esattezza maggiore data la variabilità abbastanza grande nella temperatura che si ha nei primi momenti, e quindi l'incertezza relativa della correzione che ne deriva.

Digitized by Google

zioni eseguite, onde assicurarmi della verità di questo fatto. In queste due tabelle la prima colonna indica il tempo trascorso fra la variazione della pressione e la misura della resistenza; la seconda la resistenza osservata, e la terza il rapporto (ρ) fra queste resistenze e quella osservata quando si era raggiunto lo stato di equilibrio.

Il filo fu assoggettato ad una pressione di 500 atm. per 24^h37^m, e quindi riportato alla pressione atmosferica.

Tempo in minuti	Resistenza in ohm	ρ	Tempo in minuti	Resistenza in ohm	ρ
	Ω			Ω	
2^m	66,433	1,002995	381^m	66,3304	0,999899
5	404	1008	433	3358	980
7	387	752	464	3380	1,000014
11	368	465	540	3411	60
13	362	376	632	3396	38
21	354	255	685	3388	26
30	3425	82	749	3376	8
44	3382	16	1326	3371	—
60	3363	0,999988	1442	3372	—
95	3324	929	1586	3370	—
169	3283	867	1600	3371	—
276	3287	873			

Il filo si trovava in riposo da circa tre giorni, dopo essere stato in precedenza assoggettato ad attiva ginnastica molecolare. Portata la pressione a 500 atm. si hanno i risultati contenuti nella tabella.

Digitized by Google

Tempo in minuti	Resistenza in ohm	ρ	Tempo in minuti	Resistenza in ohm	ρ
	Ω			Ω	
2^m	66,163	0,997992	349^m	66,2832	0,999808
4	244	9214	414	2907	918
7	290	9908	480	2972	1,000017
9	298	1,000029	564	2968	10
12	301	74	596	2965	6
14	302	89	648	2961	—
23	303	105	725	2962	—
28	302	89	812	2960	—
46	3004	65	1428	2962	—
80	2977	24	1451	2960	—
115	2935	0,999961	1535	2961	—
168	2846	827	1696	2961	—
211	2807	768			
283	2801	758			

Risulta evidente da queste tabelle il modo di comportarsi a cui accennai in precedenza. Che se questo comportamento deve accompagnare una variazione di volume, come tutto induce a credere, si dovrebbe arguirne che se un filo metallico si assoggetta istantaneamente ad un forte aumento, o ad una forte diminuzione di pressione, quando sia stato in precedenza a lungo allo stato naturale o compresso, diminuisce od aumenta di volume più di quello che comporti la deformazione a cui si sottopone, e prende uno stato di equilibrio solo dopo un certo numero di oscillazioni molto lente e fortemente smorzate.

Sfortunatamente fino ad ora, date le difficoltà non indifferenti che si incontrano, non mi fu possibile di eseguire che poche osservazioni a temperatura diversa da quella ambiente; per cui non mi è lecito trarre a questo riguardo delle conclusioni sicure. Pare però che l' influenza della pressione sulla resistenza elettrica dei metalli diminuisca con l' aumentare della temperatura.

Digitized by Google

Riassumendole brevemente, le conclusioni a cui mi sembra di poter arrivare con quanto esposi nella presente Nota sarebbero le seguenti:

La resistenza elettrica dei metalli diminuisce con l'aumentare della pressione, secondo un coefficiente che va diminuendo per pressioni crescenti.

La diminuzione è dovuta non solo al ravvicinamento delle molecole, ma anche ad una variazione della velocità molecolare.

La pressione porta una variazione *temporanea* ed una variazione *permanente* nella resistenza: la prima è molto forte e dipende dalla durata dello stato precedente, mentre che la seconda è molto più debole e dipende solo dalla grandezza della variazione della pressione.

La variazione della resistenza per effetto della pressione è relativamente grande nei metalli puri e di molto minore nelle leghe, analogamente a quanto venne osservato in generale per il coefficiente di temperatura e per l'effetto della trazione.

Dall' Istituto fisico dell' Università di Siena
Marzo 1899.

Digitized by Google

INFLUENZA DELLE DEFORMAZIONI ELASTICHE SUL MOVIMENTO DI UN PENDOLO A REVERSIONE,

per EMILIO ALMANSI.

III.

Calcolo delle tensioni interne.

8. Le tensioni che si sviluppano nell' interno del cilindro, sugli elementi normali agli assi mobili, e che abbiamo chiamate, t_{xx}, t_{xy}, ecc., sono legate, oltrechè dalle equazioni (3), anche da quelle che si ottengono eliminando le tre funzioni ξ, η, ζ tra le stesse equazioni (3), e le equazioni (1) e (2).

Noi però, in virtù di certe ipotesi, che, in via di approssimazione possiamo ritenere verificate, sulla distribuzione delle tensioni interne, riesciremo a determinarle facendo uso delle sole equazioni (3) e così eviteremo gravissime difficoltà che altrimenti si presenterebbero.

Come è noto dalla teoria dell' Elasticità, sopra un elemento piano, la cui normale faccia cogli assi gli angoli α_1, α_2, α_3, agisce una tensione le cui componenti t_x, t_y, t_z sono espresse, in funzione delle sei tensioni interne t_{xx}, t_{xy}, ecc. dalle formule:

$$(23)\qquad \begin{cases} t_x = t_{xx}\cos\alpha_1 + t_{xy}\cos\alpha_2 + t_{xz}\cos\alpha_3\,, \\ t_y = t_{yx}\cos\alpha_1 + t_{yy}\cos\alpha_2 + t_{yz}\cos\alpha_3\,, \\ t_z = t_{zx}\cos\alpha_1 + t_{zy}\cos\alpha_2 + t_{zz}\cos\alpha_3\,. \end{cases}$$

Consideriamo un elemento appartenente alla superficie esterna del cilindro. Essendo essa libera, ivi sarà:

$$t_x = t_y = t_z = 0\,.$$

Si avrà poi:

$$\cos\alpha_1 = \cos\gamma\,,\quad \cos\alpha_2 = \operatorname{sen}\gamma\,,\quad \cos\alpha_3 = 0\,,$$

se con γ *s' indica l' angolo che il piano* $(x\,z)$ *forma col piano passante per l' asse del cilindro, e per l' elemento che si*

Digitized by Google

Digitized by Google

Ora invece consideriamo una sezione, che diremo Σ, fatta con un piano passante per l'asse del cilindro, e formante un

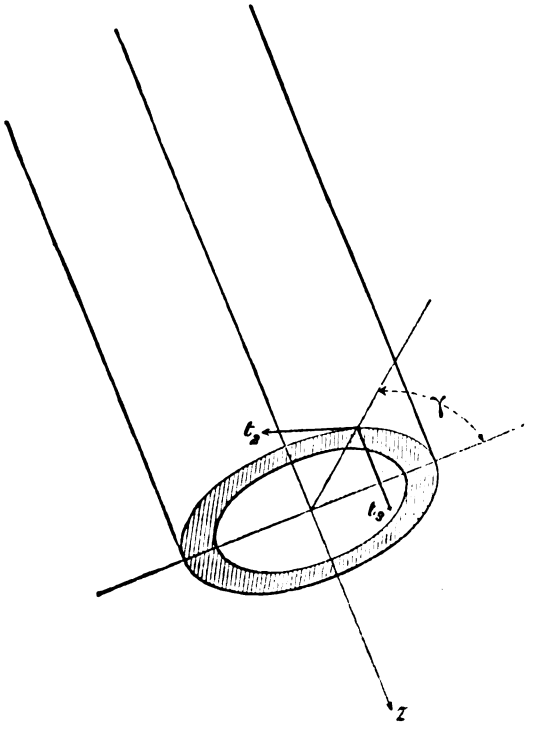


Fig. 5.

angolo γ col piano (xz) (fig. 6). La normale ad un elemento di questa sezione ha, per coseni di direzione, $-\operatorname{sen}\gamma$, $\cos\gamma$ e 0. Dunque le componenti della tensione ad esso applicata, saranno date dalle formule:

$$t_x = -t_{xx}\operatorname{sen}\gamma + t_{xy}\cos\gamma,$$
$$t_y = -t_{yx}\operatorname{sen}\gamma + t_{yy}\cos\gamma,$$
$$t_z = -t_{zx}\operatorname{sen}\gamma + t_{zy}\cos\gamma.$$

E se l'elemento è attiguo alle due rette parallele che costituiscono il contorno della sezione Σ, sarà per le formule (24) e (25):

$$t_x = -t_1\operatorname{sen}\gamma, \quad t_y = t_1\cos\gamma, \quad t_z = t_2.$$

Digitized by Google

Su questi elementi agisce dunque una tensione normale t_1, ad una tensione tangenziale t_2, parallela all' asse del cilindro.

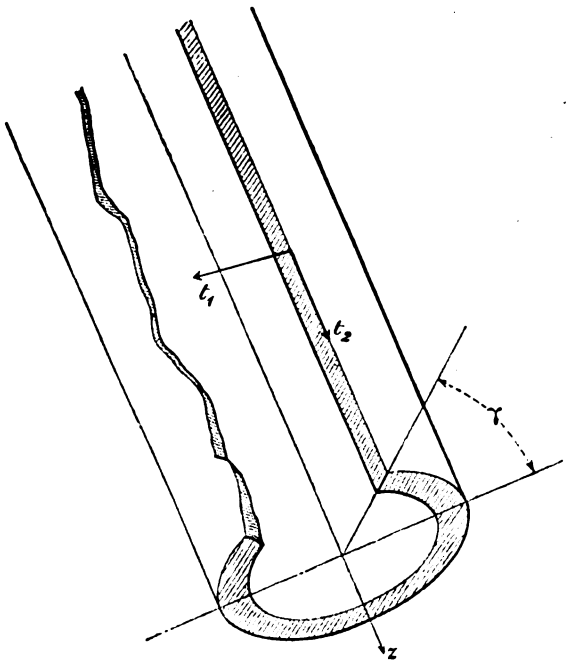


Fig. 6.

Abbiamo così il significato delle tensioni t_1, t_2, t_3. La t_2 rappresenta tanto la tensione tangenziale che agisce sull' elemento di S, come quella che agisce sull' elemento di Σ: e ciò per la proprietà ben nota che, in un solido elastico, sopra due elementi piani ortogonali, si esercita, normalmente alla loro intersezione, la stessa tensione tangenziale.

Quello che a noi importa specialmente di osservare è che sugli elementi della sezione S e della sezione Σ, attigui alla superficie esterna od interna del cilindro, non esiste tensione nella direzione della normale al contorno: come poteva dedursi dalla proprietà enunciata sopra, pensando che sulla superficie del cilindro non agisce alcuna tensione.

Ora, avendo il cilindro uno spessore piccolissimo, potremo ritenere che anche sugli elementi delle sezioni S e Σ non at-

Digitized by Google

tigui al contorno, la componente della tensione, nella direzione della normale al contorno, sia nulla. E infatti, per la continuità con cui si distribuiscono le tensioni interne, la detta componente non potrà assumere che valori piccolissimi.

Noi dunque supponiamo che, sopra un elemento qualsiasi di S, agisca soltanto una tensione t_3 normale all' elemento, e una tensione t_4, diretta normalmente al raggio della sezione che passa per quell' elemento; e che sopra un elemento qualsiasi di Σ agisca solo una tensione normale t_1, e una tensione tangenziale, parallela all' asse del cilindro, che sarà la stessa t_2.

Potremo anche trascurare le variazioni che subiscono le tensioni t_1, t_2 e t_3, quando si percorre lo spessore del cilindro, spostandosi lungo una normale alla sua superficie: e quindi, per una data posizione del pendolo, queste tensioni le riterremo funzioni soltanto della coordinata z, e dell' angolo γ.

Ciò posto, le equazioni (3), opportunamente trasformate, ci daranno il modo di determinare, con sufficiente esattezza, le loro espressioni.

9. Riprendiamo le equazioni (3).

$$(27)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial t_{xx}}{\partial x} + \dfrac{\partial t_{xy}}{\partial y} + \dfrac{\partial t_{xz}}{\partial z} = \rho\,(a_x - g_x)\,, \\ \dfrac{\partial t_{yx}}{\partial x} + \dfrac{\partial t_{yy}}{\partial y} + \dfrac{\partial t_{yz}}{\partial z} = \rho\,(a_y - g_y)\,, \\ \dfrac{\partial t_{zx}}{\partial x} + \dfrac{\partial t_{zy}}{\partial y} + \dfrac{\partial t_{zz}}{\partial z} = \rho\,(a_z - g_z)\,, \end{cases}$$

e cominciamo dal calcolare le componenti a_x, a_y, a_z dell' accelerazione, supponendo che nell' istante attuale l' asse mobile $O_1 z$ giaccia nell' angolo retto $\widehat{x_1 z_1}$ e si muova verso l' asse $O_1 z_1$ (fig. 7).

Sia P un punto di coordinate x, y, z. Diciamo D la sua distanza dall' asse fisso $O_1 y_1$. Essendo ω la velocità, α l' accelerazione angolare dell' asse $O_1 z$, la velocità del punto P sarà $D\omega$, ed avrà per direzione la retta P P' normale a D nel piano parallelo al piano $x z$. La sua accelerazione avrà per compo-

Digitized by Google

nenti $\frac{(D\omega)^2}{D}$, ossia $D\omega^2$, nella direzione D, e $D\alpha$ nella direzione

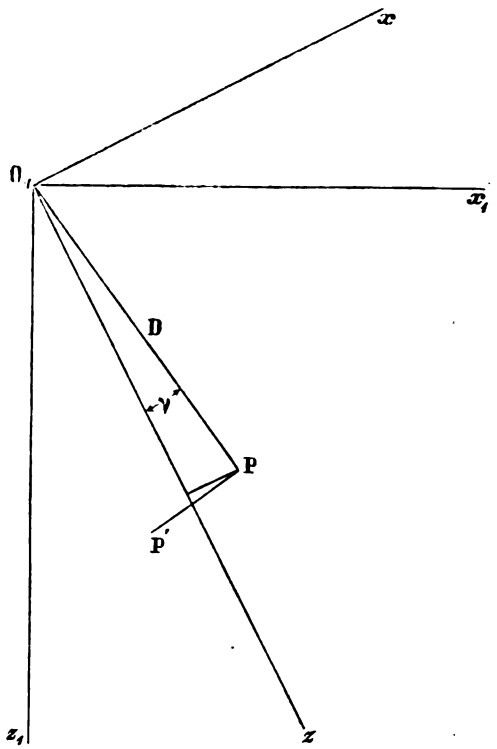


Fig. 7.

P P'. Perciò, chiamando γ l'angolo Dz, sarà:

$$a_x = -D\alpha\cos\gamma - D\omega^2\operatorname{sen}\gamma,$$
$$a_y = 0,$$
$$a_z = -D\omega^2\cos\gamma + D\alpha\operatorname{sen}\gamma.$$

Ma $D\cos\gamma = z$, $D\operatorname{sen}\gamma = x$. Dunque:

$$a_x = -\alpha z - \omega^2 x,$$
$$a_y = 0,$$
$$a_z = -\omega^2 z + \alpha x.$$

Quanto alle componenti di g, essendo θ l'angolo $\overset{\wedge}{z z_1}$, si ha:

$$g_x = -g\operatorname{sen}\theta, \quad g^y = 0, \quad g_z = g\cos\theta.$$

Digitized by Google

Perciò le equazioni (27) diventeranno:

$$(28)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial t_{xx}}{\partial x} + \dfrac{\partial t_{xy}}{\partial y} + \dfrac{\partial t_{xz}}{\partial z} = -\rho\,(\alpha\, z + \omega^2 x - g \operatorname{sen}\theta)\,, \\ \dfrac{\partial t_{yx}}{\partial x} + \dfrac{\partial t_{yy}}{\partial y} + \dfrac{\partial t_{yz}}{\partial z} = 0\,, \\ \dfrac{\partial t_{zx}}{\partial x} + \dfrac{\partial t_{zy}}{\partial y} + \dfrac{\partial t_{zz}}{\partial z} = \rho\,(-\omega^2 z + \alpha\, x - g\cos\theta)\,. \end{cases}$$

Si tratta di trasformare queste equazioni in modo da farvi comparire le tensioni t_1, t_2, t_3.

Perciò diciamo V il volume di una porzione qualunque del cilindro, d V un suo elemento. Sarà, per la prima delle equazioni precedenti:

$$\int_V \left(\frac{\partial t_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial t_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial t_{xz}}{\partial z}\right) d\,V = -\int_V \rho\,(\alpha\, z + \omega^2 x - g \operatorname{sen}\theta)\, d\,V\,.$$

Indichiamo con A la superficie che limita il volume V, con d A un suo elemento. Chiamando α_1, α_2, α_3 gli angoli che la normale all' elemento d A forma cogli assi, si ha, per una nota formula di analisi:

$$\int_V \frac{\partial t_{xx}}{\partial x}\, d\,V = \int_A t_{xx} \cos\alpha_1\, d\,A\,, \text{ ecc.}$$

Perciò la formula precedente diventerà:

$$\int_A (t_{xx}\cos\alpha_1 + t_{xy}\cos\alpha_2 + t_{xz}\cos\alpha_3)\, dA = -\int_V \rho\,(\alpha z + \omega^2 x - g\operatorname{sen}\theta)\, dV,$$

od anche, chiamando t_x la componente secondo l' asse O_1x, della tensione applicata all' elemento d A.

$$\int_A t_x\, d\,A = -\int_V \rho\,(\alpha\, z + \omega^2 x - g \operatorname{sen}\theta)\, d\,V\,.$$

Analogamente dalla seconda e dalla terza delle equazioni (28) otterremo:

$$\int_A t_y\, d\,A = 0\,,$$

$$\int_A t_z\, d\,A = -\int_V \rho\,(\omega^2 z - \alpha\, x + g\cos\theta)\, d\,V$$

Digitized by Google

Applichiamo queste formule alla porzione di cilindro compresa tra la base superiore S_0, la sezione S, situata alla distanza z, il piano (xz), e il piano a cui appartiene la sezione Σ, che forma col precedente l'angolo γ.

Trasformiamo da prima i secondi numeri. Poichè il cilindro ha uno spessore piccolissimo, potremo porre, indicando con s lo spessore, con r il suo raggio medio, con γ' l'angolo variabile, compreso tra 0 e γ, che un piano passante per l'asse fa col piano $(x\,z)$:

$$d\,V = s\,.\,r\,d\,\gamma'\,.\,dz\,, \quad x = r\cos\gamma'.$$

Avremo per conseguenza

$$(29)\quad \begin{cases} \displaystyle\int_A t_x\,d\,A = -\,r\,s\,\rho\int_0^z dz\int_0^\gamma d\,\gamma'\,(z\,z + \omega^2\,r\cos\gamma' - g\,\mathrm{sen}\,\theta)\,, \\ \displaystyle\int_A t_y\,d\,A = 0\,, \\ \displaystyle\int_A t_z\,d\,A = -\,r\,s\,\rho\int_0^z dz\int_0^\gamma d\gamma'\,(\omega^2\,z - z\,z\cos\gamma' + g\cos\theta). \end{cases}$$

Trasformiamo ora i primi membri. Sulla sezione S si ha, in corrispondenza dell'angolo γ', per le ipotesi fatte al § 8:

$$t_x = -\,t_2\,\mathrm{sen}\,\gamma'\,, \quad t_y = t_2\cos\gamma'\,, \quad t_z = t_3\,,$$

e sulla sezione S_0:

$$t_x = t_2^{\,0}\,\mathrm{sen}\,\gamma'\,, \quad t_y = -\,t_2^{\,0}\cos\gamma'\,, \quad t_z = -\,t_3^{\,0}\,,$$

ove $t_2^{\,0}$ e $t_3^{\,0}$ rappresentano i valori di t_2 e t_3 per $z = 0$. I segni sono cambiati, giacchè della sezione S_0 si considera la faccia rivolta verso la direzione negativa dell'asse O_1z.

Sulla sezione Σ si avrà:

$$t_x = -\,t_1\,\mathrm{sen}\,\gamma\,, \quad t_y = t_1\cos\gamma\,, \quad t_z = t_2\,;$$

e sul piano (xz) che corrisponde al valore 0 di γ':

$$t_x = 0\,, \quad t_y = -\,t_{1_0}\,, \quad t_z = -\,t_{2_0}\,,$$

essendo t_{1_0} e t_{2_0} i valori di t_1 e t_2 per $\gamma' = 0$.

Digitized by Google

La superficie A che si considera comprende anche due porzioni della superficie interna e della superficie esterna del cilindro, sulle quali non agisce alcuna tensione.

L'elemento d'area dA per le sezioni S ed S_0 è rappresentato da $rsd\gamma'$; per la sezione Σ e per il piano (xz), da $s\,d\,z$. Le integrazioni sono stese tra 0 e γ, e tra 0 e z. Sicchè finalmente possiamo scrivere le equazioni seguenti, in cui si trasformano le (20):

$$\int_0^{\gamma} -t_2 \operatorname{sen}\gamma' \,.\, rsd\gamma' + \int_0^{\gamma} t_2^{\,0} \operatorname{sen}\gamma' \,.\, rsd\gamma' - \int_0^{z} t_1 \operatorname{sen}\gamma \,.\, sdz =$$

$$= -rs\rho \int_0^{z} dz \int_0^{\gamma} d\gamma' (\alpha z + \omega^2 r \cos\gamma' - g \operatorname{sen}\theta) ,$$

$$\int_0^{\gamma} t_2 \cos\gamma' \,.\, rsd\gamma' - \int_0^{\gamma} t_2^{\,0} \cos\gamma' \,.\, rsd\gamma' + \int_0^{z} t_1 \cos\gamma \,.\, sdz - \int_0^{z} t_1^{\,0} sdz = 0 ,$$

$$\int_0^{\gamma} t_2 \,.\, rs\,d\gamma' - \int_0^{\gamma} t_2^{\,0} \,.\, rs\,d\gamma' + \int_0^{z} t_1 \,.\, s\,dz - \int_0^{z} t_2^{\,0} \,.\, s\,dz =$$

$$= -rs\rho \int_0^{z} dz \int_0^{\gamma} d\gamma' (\omega^2 z - \alpha r \cos\gamma' + g \cos\theta) .$$

Derivo ora queste equazioni rispetto alle variabili γ e z, avendo presente che le quantità r, s, ρ sono costanti, e che rispetto a quelle variabili devono pure ritenersi costanti le quantità α, ω^2 e θ. Ottengo:

$$(30)\quad \begin{cases} -rs \operatorname{sen}\gamma \dfrac{\partial t_2}{\partial z} - s \dfrac{\partial t_1}{\partial \gamma} \operatorname{sen}\gamma - s t_1 \cos\gamma = -rs\rho(\alpha z + \omega^2 r \cos\gamma - g \operatorname{sen}\theta) \\ rs \cos\gamma \dfrac{\partial t_2}{\partial z} + s \dfrac{\partial t_1}{\partial \gamma} \cos\gamma - s\, t_1 \operatorname{sen}\gamma = 0 , \\ rs \dfrac{\partial t_2}{\partial z} + s \dfrac{\partial t_2}{\partial \gamma} = -\rho\, r\, s\, (\omega^2 z - \alpha\, r \cos\gamma + g \cos\theta), \end{cases}$$

Digitized by Google

equazioni analoghe alle (28), salvo a contenere le tensioni t_1, t_2, t_3, in luogo delle t_{xx}, t_{xy}, ecc.

Moltiplico la prima di queste equazioni per $\cos\gamma$, la seconda per $\operatorname{sen}\gamma$: poi sommo, e divido per $-s$. Ne deduco il valore di t_1, vale a dire:

$$t_1 = r\rho(\alpha z + \omega^2 r\cos\gamma - g\operatorname{sen}\vartheta)\cos\gamma . \tag{31}$$

Per avere t_2 derivo da prima questa equazione rispetto a γ:

$$\frac{\partial t_1}{\partial\gamma} = -r\rho(\alpha z + \omega^2 r\cos\gamma - g\operatorname{sen}\vartheta)\operatorname{sen}\gamma - \rho r^2\omega^2\operatorname{sen}\gamma\cos\gamma .$$

Sostituendo ora nella 2ª delle (30), a t_1 e $\frac{\partial t_1}{\partial\gamma}$, i valori ottenuti, e risolvendo rispetto a $\frac{\partial t_2}{\partial z}$, trovo:

$$\frac{\partial t_2}{\partial z} = \rho(2\alpha z + 3\omega^2 r\cos\gamma - 2g\operatorname{sen}\vartheta)\operatorname{sen}\gamma ,$$

da cui, moltiplicando per dz e integrando:

$$t_2 = \rho(\alpha z + 3\omega^2 r z\cos\gamma - 2g z\operatorname{sen}\vartheta)\operatorname{sen}\gamma + t_2^0 .$$

La funzione di γ t_2^0 rappresenta la tensione tangenziale che agisce sulla base S_0. Il problema, come noi lo abbiamo posto, supponendo cioè deformabile il solo cilindro, non ci permette di conoscere in qual modo è distribuita questa tensione. Perciò potremo prendere ad arbitrio la funzione t_2^0, la cui forma ha del resto pochissima influenza sui resultati.

Osserviamo che la tensione t_2^0, per le ipotesi fatte al § 8, è in ogni punto normale al raggio della sezione (fig. 8). Per ragione di simmetria, nelle coppie di punti simmetrici rispetto all' asse O_1x dovrà avere valori uguali, ma di segno contrario. Nei punti dell' asse O_1x dovrà quindi annullarsi.

Il modo più semplice di esprimer ciò è di supporre t_2^0 proporzionale al seno dell' angolo γ. Porremo dunque:

$$t_2^0 = \rho c_1\operatorname{sen}\gamma ,$$

essendo c_1 una costante da determinarsi. Così sarà:

$$t_2 = \rho(\alpha z^2 - 2g z\operatorname{sen}\vartheta + c_1)\operatorname{sen}\gamma + 3\rho r z\omega^2\operatorname{sen}\gamma\cos\gamma .$$

Digitized by Google

Passiamo a t_3. Dalla formula precedente si deduce:

$$\frac{\partial t_2}{\partial \gamma} = \rho\,(\alpha\, z^2 - 2\,g\,z\,\operatorname{sen}\vartheta + c_1)\cos\gamma + 3\,\rho\,r\,z\,\omega^2\,(\cos^2\gamma - \operatorname{sen}^2\gamma).$$

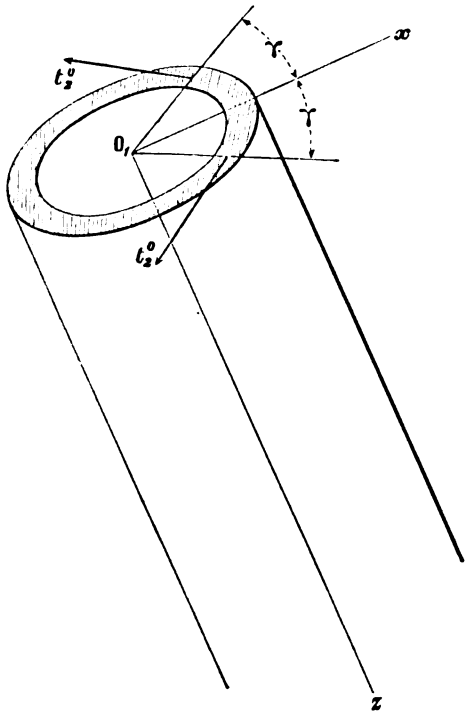


Fig. 8.

L' ultima delle (30) potrà allora scriversi:

$$r\,s\,\frac{\partial t_2}{\partial z} + \rho s\,(\alpha z^2 + 2gz\,\operatorname{sen}\vartheta + c_1)\cos\gamma + 3\rho r s z \omega^2\,(\cos^2\gamma - \operatorname{sen}^2\gamma) =$$

$$= -\,\rho\,r\,s\,(\omega^2\,z - \alpha\,r\cos\gamma + g\cos\vartheta);$$

da cui:

$$\frac{\partial t_2}{\partial z} = -\,\rho\,(\omega^2\,z + g\cos\vartheta) - \frac{\rho}{r}\,(\alpha\,z^2 - 2gz\,\operatorname{sen}\vartheta + c_1 - \alpha r^2)\cos\gamma -$$

$$- 3\,\rho\,z\,\omega^2\,(\cos^2\gamma - \operatorname{sen}^2\gamma);$$

Digitized by Google

e integrando:

$$t_3 = -\rho\left(\omega^2\frac{z^2}{2} + gz\cos\vartheta\right) - \frac{\rho}{r}\left(\alpha\frac{z^3}{3} - gz^2\operatorname{sen}\vartheta + c_1 z - \alpha r^2 z\right)\cos\gamma - \\ - \frac{3}{2}\rho z^2\omega^2(\cos^2\gamma - \operatorname{sen}^2\gamma) + t_3^0 .$$

La tensione normale t_3^0, che agisce sulla sezione S_0, sarà dovuta allo sforzo normale e al momento flettente, esercitati su quella sezione. Supporremo che il primo dia luogo ad una tensione uguale per tutti i punti della sezione, l'altro ad una tensione proporzionale alla distanza dall'asse $O_1 y$, che è normale al piano del momento. Potremo allora scrivere, indicando con c_2 e c_3 due costanti da determinarsi:

$$t_3^0 = \rho c_2 + \frac{\rho}{r} c_3 \cos\gamma .$$

E l'espressione di t_3 diventerà:

$$t_3 = -\rho\left(\omega^2\frac{z^2}{2} + gz\cos\vartheta + c_2\right) - \frac{\rho}{r}\left(\alpha\frac{z^3}{3} - gz^2\operatorname{sen}\vartheta + c_1 z - \right. \\ \left. - \alpha r^2 z - c_3\right)\cos\gamma - \frac{3}{2}\rho z^2\omega^2(\cos^2\gamma - \operatorname{sen}^2\gamma) .$$

10. Abbiamo così determinate, a meno di costanti arbitrarie, le tre tensioni t_1, t_2, t_3.

Le ultime due si possono scrivere più semplicemente:

$$(32)\qquad \begin{cases} t_2 = U\operatorname{sen}\gamma + 3\rho r z\omega^2\operatorname{sen}\gamma\cos\gamma , \\ t_3 = U_1 + U_2\cos\gamma - \frac{3}{2}\rho z^2\omega^2(\cos^2\gamma - \operatorname{sen}^2\gamma) , \end{cases}$$

dove U, U_1, U_2 sono funzioni che dipendono dalle sole variabili ϑ e z, vale a dire dalla posizione del pendolo, e dalla sezione che si considera.

Invece di calcolare le costanti arbitrarie che esse contengono, vediamo di ottenere direttamente i loro valori, espressi mediante lo *sforzo di taglio*, lo *sforzo normale* e il *momento flettente*, che abbiamo già determinati.

Perciò osserviamo che essendo la tensione tangenziale t_2 diretta normalmente al raggio della sezione, lo sforzo di ta-

Digitized by Google

glio τ a cui essa dà luogo nella direzione O_1x, sarà dato dalla formula:

$$\tau = \int_0^{2\pi} - t_2 \operatorname{sen}\gamma \, . \, r\, s\, d\gamma \, .$$

Lo sforzo normale σ, e il momento flettente $l\,\phi$ si esprimono per mezzo della tensione normale t_3. E sarà:

$$\sigma = \int_0^{2\pi} t_3 \, . \, r\, s\, d\gamma \, , \qquad l\,\phi = \int_0^{2\pi} t_3 \, . \, r \cos\gamma \, . \, r\, s\, d\gamma$$

Dunque per le formule (32):

$$\tau = -rsU \int_0^{2\pi} \operatorname{sen}^2\gamma \, d\gamma - r\, s \, . \, 3\,\rho\, r\, z\, \omega^2 \int_0^{2\pi} \operatorname{sen}^2\gamma \cos\gamma \, d\gamma \, ,$$

$$\sigma = rsU_1 \int_0^{2\pi} d\gamma + rs\,U_2 \int_0^{2\pi} \cos\gamma d\gamma - rs \, . \, \frac{3}{2}\,\rho\omega^2 z^2 \int_0^{2\pi} (\cos^2\gamma - \operatorname{sen}^2\gamma) d\gamma \, ,$$

$$l\phi = r^2 s U_1 \int_0^{2\pi} \cos\gamma d\gamma + r^2 s U_2 \int_0^{2\pi} \cos^2\gamma d\gamma - r^2 s \, . \, \frac{3}{2}\,\rho\omega^2 z^2 \int_0^{2\pi} (\cos^2\gamma - \operatorname{sen}^2\gamma)\cos\gamma d\gamma .$$

Eseguendo le integrazioni si ottiene:

$$\tau = -\pi\, r\, s\, U \, , \qquad \sigma = 2\,\pi\, r\, s\, U_1 \, , \qquad l\,\phi = \pi\, r^2\, s\, U_2 \, ,$$

ovvero, osservando che $2\,\pi\, r\, s = S$:

$$U = -2\,\frac{\tau}{S} \, , \qquad U_1 = \frac{\sigma}{S} \, , \qquad U_2 = 2\,\frac{l}{2}\,\frac{\phi}{\sigma} \, .$$

Onde le formule (32) diventeranno:

$$t_2 = -2\,\frac{\tau}{S}\operatorname{sen}\gamma + 3\,\rho\, r\, z\, \omega^2 \operatorname{sen}\gamma\cos\gamma$$

$$t_3 = \frac{\sigma}{S} + 2\,\frac{l}{r}\,\frac{\phi}{S}\cos\gamma - \frac{3}{2}\,\rho\,\omega^2\, z^2\,(\cos^2\gamma - \operatorname{sen}^2\gamma) \, .$$

Così le tensioni t_2 e t_3 restano completamente determinate.

Digitized by Google

La tensione t_1 è data dalla formula (31), ossia:

$$t_1 = r\rho(\alpha z - g \operatorname{sen}\theta)\cos\gamma + \rho r^2 \omega^2 \cos^2\gamma .$$

Ora ricordiamo che si ha:

$$\omega^2 = \frac{2g}{L}(\cos\theta - \cos\theta_0), \qquad \alpha = \frac{g}{L}\operatorname{sen}\theta .$$

Inoltre la densità ρ del cilindro è uguale al rapporto $\frac{M_0}{l S}$ tra la sua massa e il suo volume. Perciò potremo scrivere:

$$t_1 = \frac{r M_0}{l S}\left(\frac{z}{L} - 1\right) g \operatorname{sen}\theta \cos\gamma + \frac{M_0}{l S} r^2 \frac{2g}{L}(\cos\theta - \cos\theta_0)\cos^2\gamma,$$

$$t_2 = -2\frac{\tau}{S}\operatorname{sen}\gamma + 3\frac{M_0}{l S} r z \frac{2g}{L}(\cos\theta - \cos\theta_0)\operatorname{sen}\gamma\cos\gamma ,$$

$$t_3 = \frac{\sigma}{S} + 2\frac{l}{r}\frac{\Phi}{\sigma}\cos\gamma - \frac{3}{2}\frac{M_0}{l S}\frac{2g}{L} z^2 (\cos\theta - \cos\theta_0)(\cos^2\gamma - \operatorname{sen}^2\gamma).$$

o più semplicemente:

$$(33)\quad \begin{cases} t_1 = \dfrac{\psi}{S}\cos\gamma + \dfrac{\chi}{S}\cos^2\gamma , \\ t_2 = -2\dfrac{\tau}{S}\operatorname{sen}\gamma + 3\dfrac{z}{r}\dfrac{\chi}{S}\operatorname{sen}\gamma\cos\gamma , \\ t_3 = \dfrac{\sigma}{S} + 2\dfrac{l}{r}\dfrac{\Phi}{S}\cos\gamma - \dfrac{3z^2}{2r^2}\dfrac{\chi}{S}(\cos^2\chi - \operatorname{sen}^2\gamma) , \end{cases}$$

ove:

$$\psi = M_0 g \frac{r}{l}\left(\frac{z}{L} - 1\right)\operatorname{sen}\theta ,$$

$$\chi = 2 M_0 g \frac{r^2}{l L}(\cos\theta - \cos\theta_0) .$$

Le tensioni t_1, t_2 e t_3 sono così espresse per mezzo della variabile γ, e delle cinque funzioni

$$\tau, \sigma, \Phi, \psi, \chi ,$$

le quali rappresentano delle forze, e dipendono dalle sole variabili z e θ. Le prime due sono date dalle formule (22):

Digitized by Google

$$(34)\quad \begin{cases} \sigma = M_0 g \cos\theta f_1(z) + M_0 g (\cos\theta - \cos\theta_0) f_2(z), \\ \tau = - M_0 g \operatorname{sen}\theta f_3(z), \\ \varphi = - M_0 g \operatorname{sen}\theta f_4(z). \end{cases}$$

Per analogia porremo:

$$(35)\quad \begin{cases} \psi = - M_0 g \operatorname{sen}\theta f_5(z), \\ \chi = M_0 g (\cos\theta - \cos\theta_0) f_6(z), \end{cases}$$

essendo:

$$(36)\quad f_5(z) = - \frac{r}{l}\left(\frac{z}{L} - 1\right), \quad f_6(z) = 2\frac{r^2}{lL}.$$

Le sei tensioni interne t_{xx}, t_{xy}, ecc., si otterranno dalle formule (24) e (25)

$$(37)\quad \begin{cases} t_{xx} = t_1 \operatorname{sen}^2\gamma, & t_{zx} = - t_3 \operatorname{sen}\gamma, \\ t_{xy} = - t_1 \operatorname{sen}\gamma\cos\gamma, & t_{zy} = t_3 \cos\gamma, \\ t_{yy} = t_1 \cos^2\gamma, & t_{zz} = t_2. \end{cases}$$

le quali ci daranno i *valori medii* delle tensioni, lungo un segmento di retta compreso tra la superficie esterna ed interna del cilindro, e normale ad esse.

La ricerca delle tensioni interne è così effettuata con un grado di approssimazione sufficiente al nostro scopo.

IV.

Determinazione dell'energia elastica.

11. L'energia dovuta allo stato di deformazione in cui si trova il cilindro C_0, e che abbiamo indicata con ΔE_e, può esprimersi mediante la formula:

$$(38)\quad \Delta E_e = \int_{V_0} P\, d V_0,$$

Digitized by Google

in cui V_0 rappresenta l'intero volume del cilindro, dV_0 un suo elemento, e P è una funzione delle tensioni data dalla formula:

$$P = \frac{1}{2E}[-\lambda(t_{xx}+t_{yy}+t_{zz})^2+(1+\lambda)(t_{xx}^2+t_{yy}^2+t_{zz})^2+ 2(1+\lambda)(t_{yz}^2+t_{zx}^2+t_{xy}^2)].$$

Nella espressione di P, in luogo delle tensioni interne poniamo i loro valori, dati dalle (37). Si ha allora:

$$P = \frac{1}{2E}[-\lambda(t_1\operatorname{sen}^2\gamma+t_2\cos^2\gamma+t_3)^2+(1+\lambda)(t_1^2\operatorname{sen}^4\gamma+t_2^2\operatorname{sen}^4\gamma+t_3^2)+ +2(1+\lambda)(t_3^2\cos^2\gamma+t_2^2\operatorname{sen}^2\gamma+t_1^2\operatorname{sen}^2\gamma\cos^2\gamma)];$$

e semplificando:

$$P = \frac{1}{2E}[t_1^2+t_2^2-2\lambda t_1 t_2+2(1+\lambda)t_3^2].$$

Ora sostituiamo a t_1, t_2, t_3 le loro espressioni date dalle formule (33). Si otterrà:

$$P = \frac{1}{2ES^2}\Big[\Big\{\psi^2\cos^2\gamma+2\psi\chi\cos^3\gamma+\chi^2\cos^4\gamma\Big\}+\Big\{\sigma^2+4\frac{l^2}{r^2}\varphi^2\cos^2\gamma+ +\frac{3}{4}\frac{z^4}{r^4}\chi^2(\cos^2\gamma-\operatorname{sen}^2\gamma)^2+4\frac{l}{r}\sigma\varphi\cos\gamma-3\frac{z^2}{r^2}\sigma\chi(\cos^2\gamma-\operatorname{sen}^2\gamma)- -\sigma\frac{l}{r}\frac{z^2}{r^2}\varphi\chi(\cos^2\gamma-\operatorname{sen}^2\gamma)\Big\}- -2\lambda\Big\{\sigma\psi\cos\gamma+2\frac{l}{r}\varphi\psi\cos^2\gamma-\frac{3}{2}\frac{z^2}{r^2}\psi\chi\cos\gamma(\cos^2\gamma-\operatorname{sen}^2\gamma)+ +\sigma\chi\cos^2\gamma+2\frac{l}{r}\chi\varphi\cos^3\gamma-\frac{3}{2}\frac{z^2}{r^2}\chi^2\cos^2\gamma(\cos^2\gamma-\operatorname{sen}^2\gamma)\Big\}+ +2(1+\lambda)\Big\{4r^2\operatorname{sen}^2\gamma+9\frac{z^2}{r^2}\chi^2\operatorname{sen}^2\gamma\cos^2\gamma-12\frac{z}{r}r\chi\operatorname{sen}^2\gamma\cos^2\gamma\Big\}\Big].$$

Questa espressione di P dobbiamo sostituirla nella formula (38), che scriveremo:

$$\Delta E_e = \int_0^l dz\int_0^{2\pi} P\,.\,r\,s\,d\gamma,$$

Digitized by Google

riferendoci alla proprietà, di cui già ci siamo valsi, che il cilindro C_0 ha uno spessore piccolissimo.

Otterremo allora, eseguendo le integrazioni rispetto alla variabile γ:

$$\Delta E_e = \frac{\pi r s}{2ES^2}\int_0^l dz\left[\left\{\psi^2+\frac{3}{4}\chi^2\right\}+\left\{2\sigma^2+4\frac{l^2}{r^2}\varphi^2+\frac{9}{4}\frac{z^4}{r^2}\chi^2\right\}-\right.$$

$$\left.-2\lambda\left\{2\frac{l}{r}\varphi\psi+\sigma\chi-\frac{3}{4}\frac{z^2}{r^2}\chi^2\right\}+2(1+\lambda)\left\{4\tau^2+\frac{9}{4}\frac{z^2}{r^2}\chi^2\right\}\right].$$

E per le formule (34) e (35), sostituendo a σ, τ, φ, ψ, χ, le loro espressioni:

$$\Delta E_e = \frac{\pi r s M_0^2 g^2}{2ES^2}\int_0^l dz\left[\operatorname{sen}^2\theta f_3^2+\frac{3}{4}(\cos\theta-\cos\theta_0)^2 f_6^2+\right.$$

$$+2\cos^2\theta f_1^2+4\cos\theta(\cos\vartheta-\cos\vartheta_0)f_1 f_2+2(\cos\vartheta-\cos\vartheta_0)^2 f_2^2+$$

$$+4\frac{l_2}{r_2}\operatorname{sen}^2\theta f_4^2+\frac{9}{4}\frac{z^4}{r^4}\cos\theta-\cos\vartheta_0)f_6^2-2\lambda\left\{2\frac{l}{r}\operatorname{sen}^2\theta f_4 f_5+\right.$$

$$+\cos\theta(\cos\vartheta-\cos\vartheta_0)f_1 f_6+(\cos\vartheta-\cos\vartheta_0)^2 f_2 f_6-\frac{3}{4}\frac{z^2}{r^2}(\cos\theta-\cos\vartheta_0)^2 f_6^2+$$

$$\left.\left.+2(1+\lambda)\left\{4\operatorname{sen}^2\theta f_3^2+\frac{9}{4}\frac{z^2}{r^2}(\cos\theta-\cos\vartheta_0)^2 f_6^2\right\}\right].$$

Raccogliamo i termini analoghi, ed osserviamo che si ha $2\pi r s = S$. Si otterrà:

$$\Delta E_e = \frac{M_0^2 g^2}{4ES}\int_0^l\left[\operatorname{sen}^2\theta\left\{f_3^2+4\frac{l^2}{r^2}f_4^2-4\lambda\frac{l}{r}f_4 f_5+8(1+\lambda)f_3^2\right\}+\right.$$

$$\left.+(\cos\theta-\cos\vartheta_0)^2 H+2\cos^2\theta f_1^2+\cos\theta(\cos\vartheta-\cos\vartheta_0)\{4f_1 f_2-2\lambda f_1 f_6\}\right]dz,$$

ove il termine che moltiplica $(\cos\vartheta-\cos\theta_0)^2$ si è indicato semplicemente con H, non comparendo esso nelle formule finali.

Costruiamo ora l' espressione $[\Delta E_e]_{\vartheta_0}^{\vartheta}$, vale a dire $\Delta E_e(\vartheta)-\Delta E_e(\vartheta_0)$.

Digitized by Google

Essendo $\operatorname{sen}^2\theta - \operatorname{sen}^2\theta_0 = -(\cos\theta + \cos\theta_0)(\cos\theta - \cos\theta_0)$, vi sarà in tutti i termini il fattore $\cos\theta - \cos\theta_0$, che porremo in evidenza; e avremo:

$$(39)\quad [\Delta E_c]_{\theta_0}^{\theta} = \frac{M_0^2 g^2}{4ES}\int_0^l \Big[(\cos\theta + \cos\theta_0)\Big\{2f_1^2 - f_5^2 - 4\frac{l^2}{r^2}f_4^2 + 4\lambda\frac{l}{r}f_4 f_5 - 8(1+\lambda)f_3^2\Big\} + (\cos\theta - \cos\theta_0)H + \cos\theta\{4f_1 f_2 - 2\lambda f_1 f_6\}\Big](\cos\theta - \cos\theta_0)\,dz\,.$$

A questo punto convien osservare che, le oscillazioni del pendolo essendo assai piccole, possiamo trascurare rispetto all'unità le potenze di θ superiori alla prima. Perciò dentro la grande parentesi faremo: $\cos\theta = \cos\theta_0 = 1$. Resterà allora

$$[\Delta E_c]_{\theta_0}^{\theta} = \frac{M_0^2 g^2}{2ES}(\cos\theta - \cos\theta_0)\int_0^l \Big[2f_1^2 - f_5^2 - 4\frac{l^2}{r^2}f_4^2 + 4\lambda\frac{l}{r}f_4 f_5 - 8(1+\lambda)f_3^2 + 2f_1 f_2 - \lambda f_1 f_6\Big]\,dz\,.$$

Per brevità scriveremo:

$$(40)\qquad [\Delta E_c]_{\theta_0}^{\theta} = -M_0 g l Q_1 (\cos\theta - \cos\theta_0)\,,$$

ove:

$$Q_1 = \frac{M_0 g}{2ESl}\int_0^l \Big\{-2f_1^2 + f_5^2 + 4\frac{l^2}{r^2}f_4^2 - 4\lambda\frac{l}{r}f_4 f_5 + 8(1+\lambda)f_3^2 - 2f_1 f_2 + \lambda f_1 f_6\Big\}\,dz\,.$$

Poniamo:

$$A_1 = 2\Big(\frac{l}{r}\Big)^2\frac{1}{l}\int_0^l f_4^2\,dz\,,\quad A_2 = 4(1+\lambda)\frac{1}{l}\int_0^l f_3^2\,dz\,,\quad A_3 = \frac{1}{l}\int_0^l f_1^2\,dz\,,$$

$$A_4 = \frac{1}{l}\int_0^l f_1 f_2\,dz\,,\quad A_5 = 2\lambda\frac{l}{r}\frac{1}{l}\int_0^l f_4 f_5\,dz\,,$$

$$A_6 = \frac{1}{2l}\int_0^l f_5^2\,dz\,,\quad A_7 = \frac{\lambda}{2}\frac{1}{l}\int_0^l f_1 f_6\,dz\,.$$

Digitized by Google

Sarà allora:

$$(41) \qquad Q_1 = \frac{M_0 g}{ES}\{A_1 + A_2 - A_3 - A_4 - A_5 + A_6 + A_7\}.$$

Calcoliamo queste costanti. Sostituendo nelle loro espressioni, alle funzioni f_1, f_2, ecc., i valori dati dalle formule (21) e (36) avremo:

$$A_1 = 2\left(\frac{l}{r}\right)^2 \frac{1}{l}\int_0^l \left\{\frac{l}{6L}\left(\frac{z}{l}\right)^3 - \frac{1}{2}\left(\frac{z}{l}\right)^2 + A\frac{z}{l} + B\right\}^2 dz,$$

$$A_2 = 4(1+\lambda)\frac{1}{l}\int_0^l \left\{\frac{l}{2L}\left(\frac{z}{l}\right)^2 - \frac{z}{l} + C\right\}^2 dz,$$

$$A_3 = \frac{1}{l}\int_0^l \left\{-\frac{z}{l} + \frac{M_2}{M_0} + 1\right\}^2 dz,$$

$$A_4 = \frac{l}{L}\frac{1}{l}\int_0^l \left\{-\frac{z}{l} + \frac{M_2}{M_0} + 1\right\}\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{z}{l}\right)^2 + \frac{h_2}{l}\frac{M_2}{M_0} + \frac{1}{2}\right\} dz,$$

$$A_5 = 2\lambda\frac{1}{l}\int_0^l \left\{\frac{l}{6L}\left(\frac{z}{l}\right)^3 - \frac{1}{2}\left(\frac{z}{l}\right)^2 + A\frac{z}{l} + B\right\}\left\{1 - \frac{z}{l}\right\} dz,$$

$$A_6 = \left(\frac{r}{l}\right)^2 \frac{1}{2l}\int_0^l \left(1 - \frac{z}{L}\right)^2 dz,$$

$$A_7 = \lambda\frac{r^2}{lL}\frac{1}{l}\int_0^l \left\{-\frac{z}{l} + \frac{M_2}{M_0} + 1\right\} dz.$$

Sviluppando i prodotti, ed eseguendo le integrazioni si trova:

Digitized by Google

$$
(42)\quad
\begin{cases}
A_1 = 2\left(\frac{l}{r}\right)^2\left\{\frac{1}{252}\left(\frac{l}{L}\right)^2 - \frac{1}{36}\frac{l}{L} + \frac{1}{15}\frac{l}{L}A + \frac{1}{12}\frac{l}{L}B - \frac{1}{4}A + \right. \\
\qquad\qquad \left. + \frac{1}{3}A^2 + AB - \frac{1}{3}B + B^2 + \frac{1}{20}\right\}, \\
A_2 = 4(1+\lambda)\left\{\frac{1}{20}\left(\frac{l}{L}\right)^2 + \frac{1}{3}\frac{l}{L}C - \frac{1}{4}\frac{l}{L} + C^2 - C + \frac{1}{3}\right\}, \\
A_3 = \left(\frac{M_2}{M_0}\right)^2 + \frac{M_2}{M_0} + \frac{1}{3}, \\
A_4 = \frac{l}{L}\left\{\frac{h_1}{l}\left(\frac{M_2}{M_0}\right)^2 + \frac{1}{2}\frac{h_2}{l}\frac{M_2}{M_0} + \frac{1}{3}\frac{M_2}{M_0} + \frac{5}{24}\right\}, \\
A_5 = 2\lambda\left\{-\frac{1}{30}\left(\frac{l}{L}\right)^2 + \frac{1}{6}\frac{l}{L} - \frac{1}{3}\frac{l}{L}A - \frac{1}{2}\frac{l}{L}B + \frac{1}{2}A + B\right\}, \\
A_6 = \left(\frac{r}{l}\right)^2\left\{\frac{1}{6}\left(\frac{l}{L}\right)^2 - \frac{1}{2}\frac{l}{L} + \frac{1}{2}\right\}, \\
A_7 = \lambda\left(\frac{r}{l}\right)^2\frac{l}{L}\left\{\frac{M_2}{M_0} + \frac{1}{2}\right\}.
\end{cases}
$$

Colle formule (40), (41) e (42), la variazione $[\Delta E_e]_{0_0}^{0}$ dell'energia elastica resta completamente determinata.

V.

Deformazione del cilindro.

12. Per determinare la deformazione del cilindro, vale a dire le componenti ξ, η, ζ dello spostamento di un suo punto qualunque dalla posizione corrispondente allo stato naturale del solido, dovremmo far uso delle formule (2) e (3), che legano le funzioni ξ, η, ζ alle tensioni interne.

Ma non avendo calcolate in modo rigoroso le tensioni interne, non potremo senz'altro far uso di queste formule, le quali, sostituendo alle tensioni t_{xx}, t_{xy}, ecc. le espressioni trovate, resulterebbero incompatibili tra loro. Dovremo dunque, anche per le funzioni ξ, η, ζ, limitarci ad una ricerca approssimata.

Per ciò trascureremo in primo luogo gli spostamenti dei punti del cilindro parallelamente all'asse O_1y, avendo questi

Digitized by Google

un' influenza minima sul movimento del pendolo. Supporremo cioè che si abbia in tutto il cilindro

$$\eta = 0 . \tag{43}$$

In secondo luogo lo spostamento ξ, parallelo all' asse O_1c, riterremo che sia lo stesso per tutti i punti di una sezione, trascurando così la deformazione che essa subisce nel proprio piano. E precisamente supporremo che per tutti i punti di una sezione lo spostamento ξ sia quello dei punti che si trovano sul piano (yz), vale a dire che corrispondono ai valori $\frac{\pi}{2}$ e $-\frac{\pi}{2}$ dell' angolo γ.

Finalmente la funzione ζ, analogamente a quanto si è fatto per le tensioni interne, la riterremo dipendente dalle sole variabili z e γ, come se ciascuna sezione si riducesse ad un circolo, di raggio r.

Con queste ipotesi, per determinare le funzioni ξ e ζ, basterà che facciamo uso delle due equazioni:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial z} = \frac{1}{E} [t_{zz} - \lambda (t_{xx} + t_{yy})] , \tag{44}$$

$$\frac{\partial \xi}{\partial z} + \frac{\partial \zeta}{\partial x} = \frac{2(1+\lambda)}{E} t_{xz} , \tag{45}$$

la seconda delle quali la applicheremo soltanto ai punti del piano (yz).

13. L' equazione (44), sostituendo a t_{xx}, t_{yy}, t_{zz} le loro espressioni, date dalle formule (37), diventa

$$\frac{\partial \zeta}{\partial z} = \frac{1}{E} [t_3 - \lambda t_1] ,$$

da cui si ricava, con un' integrazione:

$$\zeta = \frac{1}{E} \int_0^z [t_3 - \lambda t_1] dz + \zeta_0 , \tag{46}$$

ove ζ_0 rappresenta lo spostamento ζ per i punti della sezione S_0. Ma essendo questa sezione aderente alla massa rigida M_1

Digitized by Google

che ruota intorno all'asse fisso O_1y_1, il movimento dei suoi punti, rispetto agli assi mobili, dovrà ridursi ad una rotazione piccolissima intorno all'asse O_1y, che coincide con O_1y_1. Onde potremo scrivere, indicando con ε una costante

$$\zeta_0 = \varepsilon x ,$$

od anche

$$\zeta_0 = \varepsilon r \cos\gamma .$$

Avremo dunque, sostituendo nella formula (46), a t_3 e t_1 i valori dati dalle (33), e a ζ_0 la sua espressione:

$$(47) \qquad \zeta = \frac{1}{ES}\int_0^z \Big[\sigma + 2\frac{l}{r}\varphi\cos\gamma - \frac{3}{2}\frac{z^2}{r^2}\chi(\cos^2\gamma - \operatorname{sen}^2\gamma) - \\ - \lambda\psi\cos\gamma - \lambda\chi\cos^2\gamma\Big]dz + \varepsilon r\cos\gamma .$$

Riprendiamo ora la formula (45). Sul piano (yz), in corrispondenza del valore $\frac{\pi}{2}$ dell'angolo γ, si ha evidentemente:

$$\frac{\partial\zeta}{\partial x} = -\frac{1}{r}\frac{\partial\zeta}{\partial\gamma} ;$$

si ha poi dalle formule (37) e (33), facendo $\operatorname{sen}\gamma=1$, $\cos\gamma=0$:

$$t_{xz} = -t_3 = 2\frac{\tau}{S} .$$

La formula (45) potrà dunque scriversi:

$$(48) \qquad \frac{\partial\xi}{\partial z} = \frac{1}{r}\frac{\partial\xi}{\partial\gamma} + \frac{4}{E}(1+\lambda)\frac{\tau}{S} .$$

Ma dalla (47) si ricava:

$$\frac{\partial\xi}{\partial\gamma} = -\frac{1}{ES}\int_0^z \Big[2\frac{l}{r}\varphi\operatorname{sen}\gamma - 6\frac{z^2}{r^2}\chi\operatorname{sen}\gamma\cos\gamma - \lambda\psi\operatorname{sen}\gamma - \\ - 2\lambda\chi\operatorname{sen}\gamma\cos\gamma\Big]dz + \varepsilon r\operatorname{sen}\gamma ;$$

Digitized by Google

e facendo $\operatorname{sen}\gamma = 0$, $\cos\gamma = 0$:

$$\frac{\partial\zeta}{\partial\gamma} = -\frac{1}{ES}\int_0^z \left[2\frac{l}{r}\phi - \lambda\psi\right] dz - \varepsilon r .$$

Onde la (48) diventerà:

$$\frac{\partial\xi}{\partial z} = -\frac{1}{rES}\int_0^z \left[2\frac{l}{r}\phi - \lambda\psi\right] dz - \varepsilon + \frac{4}{E}(1+\lambda)\frac{\tau}{S} .$$

Sostituendo a ϕ, ψ e τ le loro espressioni, date dalle formule (34) e (35), otterremo:

$$\frac{\partial\xi}{\partial z} = \frac{M_0 g}{ES}\left[\frac{1}{r}\int_0^z \left\{2\frac{l}{r}f_4 - \lambda f_5\right\} dz - 4(1+\lambda) f_3\right] \operatorname{sen}\vartheta - \varepsilon ;$$

da cui

$$\xi = \frac{M_0 g}{ES}\int_0^z \left[\frac{1}{r}\int_0^z \left\{2\frac{l}{r}f_4 - \lambda f_5\right\} dz - 4(1+\lambda) f_3\right] dz.\operatorname{sen}\vartheta - \varepsilon z ;$$

e non abbiamo posto la costante arbitraria, giacchè la prima sezione del cilindro, annessa alla massa rigida M_1 non può spostarsi nel proprio piano.

Secondo la convenzione fatta al § 12, assumiamo la funzione ξ data dalla formula precedente, come spostamento parallelo all'asse O_1x di tutti i punti della sezione situata alla distanza z dalla S_0, mentre a rigore essa rappresenta soltanto lo spostamento dei punti che appartengono al piano (yz)

Poniamo:

$$F(z) = \frac{1}{r}\int_0^z \left[2\frac{l}{r}f_4 - \lambda f_5\right] dz - 4(1+\lambda) f_3 .$$

Sarà allora:

$$\xi = \frac{M_0 g}{ES}\int_0^z F\, dz \,.\, \operatorname{sen}\vartheta - \varepsilon z.$$

Digitized by Google

Da questa formula possiamo ricavare il valore di ε, ricordando che il centro della base inferiore del cilindro deve sempre trovarsi sull'asse O_1z, e quindi per $z = l$, deve resultare $\zeta = 0$. Perciò dovrà essere:

$$\varepsilon = \frac{M_0 g}{ES} \frac{1}{l} \int_0^l F\, dz \operatorname{sen} \vartheta . \tag{49}$$

Si avrà dunque:

$$\xi = -\frac{M_0 g}{ES} \left[\frac{z}{l} \int_0^l F\, dz - \int_0^z F\, dz \right] \operatorname{sen} \vartheta ,$$

o, più semplicemente:

$$\xi = -\frac{M_0 g}{ES} l \left[\frac{z}{l} v(l) - v(z) \right] \operatorname{sen} \vartheta ,$$

essendo:

$$v(z) = \frac{1}{l} \int_0^z F\, dz , \qquad v(l) = \frac{1}{l} \int_0^l F\, dz . \tag{50}$$

Più brevemente ancora scriveremo:

$$\xi = -u(z)\, l \operatorname{sen} \vartheta , \tag{51}$$

ove:

$$u(z) = \frac{M_0 g}{ES} \left[\frac{z}{l} v(l) - v(z) \right] . \tag{52}$$

Lo spostamento ξ è così determinato. Possiamo dire che esso ci dà la linea secondo la quale si dispone, in ogni istante, l'asse del cilindro.

14. Riprendiamo la formula (47), che scriveremo:

$$\zeta = \frac{1}{ES} \int_0^z \sigma\, dz + \left[\frac{1}{ES} \int_0^z \left(2 \frac{l}{r} \varphi - \lambda \psi \right) dz + \varepsilon r \right] \cos \gamma -$$

$$- \frac{1}{2ES} \frac{z^2}{r^2} \chi (\cos^2 \gamma - \operatorname{sen}^2 \gamma) - \frac{1}{ES} \lambda \chi \cos^2 \gamma .$$

Digitized by Google

Lo spostamento ζ, parallelo all'asse O_1z, resulta, come si vede, di quattro parti. Il termine $\frac{1}{ES}\int_0^z \sigma\, dz$, che non contiene la variabile γ, rappresenta uno spostamento uguale per tutti i punti di una sezione. Il secondo termine, in cui comparisce il fattore $\cos\gamma$, ossia $\frac{x}{r}$, rappresenta una rotazione intorno al diametro parallelo all'asse O_1y. Gli altri due rappresentano una deformazione della sezione. Ma questi due termini possiamo trascurarli. Infatti l'ultimo di essi, $\frac{1}{ES}\lambda\chi\cos^2\gamma$, ossia, per le formule (35) e (36), $-2\lambda\frac{M_0 g}{ES}\frac{l}{L}\left(\frac{r}{l}\right)^3(\cos\vartheta-\cos\vartheta_0)$ contenendo il fattore $\left(\frac{r}{l}\right)^3$ è sempre piccolissimo. L'altro che contiene il fattore $\frac{z^2}{r^2}(\cos^2\gamma-\operatorname{sen}^2\gamma)$ è di un ordine di grandezza maggiore. Ma, come vedremo in seguito, nelle formule in cui compariscono gli elementi relativi alla deformazione del cilindro, lo spostamento ζ figura soltanto nelle espressioni:

$$\int_0^{2\pi}\zeta\, d\gamma\,, \qquad \text{e} \qquad \int_0^{2\pi}\zeta\cos\gamma\, d\gamma\,.$$

Ora, essendo

$$\int_0^{2\pi}(\cos^2\gamma-\operatorname{sen}^2\gamma)\, d\gamma\,, \quad \text{e} \quad \int_0^{2\pi}(\cos^2\gamma-\operatorname{sen}^2\gamma)\cos\gamma\, d\gamma\,,$$

uguali a 0, il termine $\frac{1}{2ES}\frac{z^2}{r^2}\chi(\cos^2\gamma-\operatorname{sen}^2\gamma)$ non avrà nessuna influenza nei risultati finali. Perciò potremo fin da ora trascurarlo, a supporre che lo spostamento ζ sia dato dalla formula:

$$\zeta=\frac{1}{ES}\int_0^z\sigma\, dz+\left[\frac{1}{ES}\int_0^z\left(2\frac{l}{r}\Phi-\lambda\psi\right)dz+\varepsilon r\right]\cos\gamma\,.$$

Digitized by Google

Noi veniamo così ad ammettere che, durante il movimento, tutte le sezioni del cilindro si mantengano piane.

Sostituendo a σ, φ, ψ ed ε le loro espressioni, date dalle formule (34), (35) e (49), otterremo:

$$\zeta = \frac{M_0 g}{ES}\int_0^z f_1\,dz\cos\theta + \frac{M_0 g}{ES}\int_0^z f_2\,dz\,(\cos\theta - \cos\theta_0) -$$

$$- \frac{M_0 g}{ES}\left[\int_0^z\left(2\frac{l}{r}f_4 - \lambda f_5\right)dz - \frac{r}{l}\int_0^l F\,dz\right]\operatorname{sen}\theta\cos\gamma\,,$$

che scriveremo più semplicemente:

$$(53)\quad \zeta = u_1(z)\,l\cos\theta + u_2(z)\,l\,(\cos\theta - \cos\theta_0) + u_3(z)\,r\cos\gamma\operatorname{sen}\theta,$$

essendo:

$$(53')\quad \begin{cases} u_1(z) = \dfrac{M_0 g}{ES}\dfrac{1}{l}\displaystyle\int_0^z f_1\,dz\,, \qquad u_2(z) = \dfrac{M_0 g}{ES}\dfrac{1}{l}\int_0^z f_2\,dz\,, \\[2ex] u_3(z) = -\dfrac{M_0 g}{ES}\dfrac{1}{r}\left[\displaystyle\int_0^z\left(2\frac{l}{r}f_4 - \lambda f_5\right)dz - \frac{r}{l}\int_0^l F\,dz\right]. \end{cases}$$

Vediamo come sono espresse le funzioni u, u_1, u_2, u_3, che compariscono in ξ e ζ.

Abbiamo posto (§ 13):

$$F = \frac{1}{r}\int_0^z\left[2\frac{l}{r}f_4 - \lambda f_5\right]dz - 4(1+\lambda)f_3\,.$$

Sostituendo ad f_3, f_4, f_5 le loro espressioni, ed eseguendo le integrazioni, si trova:

$$F = 2\left(\frac{l}{r}\right)^2\left[\frac{1}{24}\frac{l}{L}\left(\frac{z}{l}\right)^4 - \frac{1}{6}\left(\frac{z}{l}\right)^3 + \frac{1}{2}A\left(\frac{z}{l}\right)^2 + B\frac{z}{l}\right] -$$

$$- (4+3\lambda)\left[\frac{1}{2}\frac{l}{L}\left(\frac{z}{l}\right)^2 - \frac{z}{l}\right] - 4(1+\lambda)C\,.$$

Digitized by Google

Da questa formula ricaveremo $v(z)$, ossia, per la (50), $\frac{1}{l}\int_0^z F\,dz$. Sarà:

$$(54)\quad v(z)=\left(\frac{l}{r}\right)^2\left[\frac{1}{60}\frac{l}{L}\left(\frac{z}{l}\right)^5-\frac{1}{12}\left(\frac{z}{l}\right)^4+\frac{1}{3}A\left(\frac{z}{l}\right)^3+B\left(\frac{z}{l}\right)^2\right]-$$
$$-(4+3\lambda)\left[\frac{1}{6}\frac{l}{L}\left(\frac{z}{l}\right)^3-\frac{1}{2}\left(\frac{z}{l}\right)^2\right]-4(1+\lambda)C\frac{z}{l}.$$

La funzione $u(z)$, è espressa mediante la $v(z)$ dalla formula (52).

Le funzioni $u_1(z)$, $u_2(z)$, $u_3(z)$, date dalle formule (53'), diventano, sostituendo ad f_1, f_2, f_4, f_5 le loro espressioni, ed eseguendo le integrazioni accennate:

$$(55)\quad\begin{cases} u_1(z)=\dfrac{M_0 g}{ES}\left[-\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{z}{l}\right)^2+\left(\dfrac{M_2}{M_0}+1\right)\dfrac{z}{l}\right], \\ u_2(z)=\dfrac{M_0 g}{ES}\dfrac{l}{L}\left[-\dfrac{1}{6}\left(\dfrac{z}{l}\right)^3+\left(\dfrac{h_2}{l}\dfrac{M_2}{M_0}+\dfrac{1}{2}\right)\dfrac{z}{l}\right], \\ u_3(z)=\dfrac{M_0 g}{ES}\left(\dfrac{l}{r}\right)^2\left[\dfrac{1}{60}\dfrac{l}{L}+\dfrac{1}{3}A+B-\dfrac{1}{12}-\right. \\ \quad -(4+3\lambda)\left(\dfrac{r}{l}\right)^2\left\{\dfrac{1}{6}\dfrac{l}{L}-\dfrac{1}{2}\right\}-4(1+\lambda)\left(\dfrac{r}{l}\right)^2 C- \\ \quad -\left\{\dfrac{1}{12}\dfrac{l}{L}\left(\dfrac{z}{l}\right)^4-\dfrac{1}{3}\left(\dfrac{z}{l}\right)^3+A\left(\dfrac{z}{l}\right)^2+2B\dfrac{z}{l}\right\}- \\ \quad \left.-\lambda\left(\dfrac{r}{l}\right)^2\left\{\dfrac{1}{2}\dfrac{l}{L}\left(\dfrac{z}{l}\right)^2-\dfrac{z}{l}\right\}\right]. \end{cases}$$

Le funzioni u, u_1, u_2, u_3 restano così determinate. La deformazione del cilindro, per qualunque valore dell' angolo θ, ci è rappresentata dalle formule (51), (43) e (53), ossia:

$$(56)\quad\begin{cases} \xi=-u\,l\,\operatorname{sen}\theta \\ \eta=0 \\ \zeta=u_1\,l\cos\theta+u_2\,l(\cos\vartheta-\cos\theta_0)+u_3\,r\cos\gamma\operatorname{sen}\vartheta. \end{cases}$$

Digitized by Google

SOPRA UN CURIOSO FENOMENO OSSERVATO FACENDO PASSARE UNA CORRENTE ELETTRICA IN UN TUBO A GAS RAREFATTO.

Nota del Prof. A. RIGHI [1]).

Occupandomi molti mesi or sono della sensibilità alle onde elettriche, posseduta dai tubi a gas rarefatto, ebbi occasione di osservare il fatto seguente.

Si trovino in uno stesso circuito una batteria di piccoli accumulatori, un tubo a gas rarefatto con elettrodi ineguali (per esempio un disco e una punta, oppure una punta e una pallina ecc.), un galvanometro sensibile, ed una forte resistenza, generalmente costituita da una colonna d' acqua distillata o di fonte.

Il tubo s' illumina in modo apparentemente continuo, ed il galvanometro misura la debole corrente che percorre il circuito.

In tali condizioni basta mutare il luogo del circuito nel quale è inserita la resistenza, perchè si modifichi, non solo la luminosità del tubo, ma ancora l' intensità della corrente.

Attratto dallo studio di altri argomenti abbandonai quelle mie ricerche, col proposito però di riprenderle in breve. Ma ciò non ho ancora potuto fare, nè forse potrò fare per molto tempo, e per questo ho creduto non privo d'interesse il rendere noto il fatto incidentalmente osservato e fornire qualche dettaglio sul modo di produrlo.

E dapprima devo notare, che il fenomeno indicato cessa di apparire paradossale, qualora si ammetta che nel circuito non si abbia una corrente continua ma invece una serie di scariche, che si succedono con grandissima rapidità. È noto infatti, che quando una resistenza sufficentemente grande è inclusa nel circuito di una pila e di un tubo a gas rarefatto, il passaggio dell' elettricità è discontinuo. È quindi naturale che la legge di Ohm non sia in tal caso senz' altro applicabile, e

1) Dal Rendiconto delle Sessioni della R. Accad. delle Scienze dell' Ist. di Bologna. Marzo 1899.

Digitized by Google

che il fenomeno di cui si tratta, presenti analogie grandi con altri dello stesso genere, che altra volta osservai adoperando le scariche di grandi condensatori.

Il luogo del circuito sul quale è inserito il galvanometro non sembra avere sensibile influenza sulla deviazione galvanometrica, il che è naturale, per essere la sua resistenza assai piccola in confronto di quella della colonna d' acqua. Basta dunque tener conto del luogo da questa occupato sul circuito.

Necessariamente questa resistenza si troverà, o fra il tubo ed il polo negativo della sorgente elettrica, o fra il tubo ed il polo positivo. Di più, con uno dei poli della batteria può comunicare o l' elettrodo del tubo che ha maggior superficie, o quello filiforme o accuminato. Quest' ultima diversità ha la sua influenza sul fenomeno, come dirò più oltre.

Onde cambiare prontamente di posto la resistenza, ho adoperato uno speciale commutatore, costituito da dodici bicchierini con mercurio, perfettamente isolati. Con un semplice movimento di rotazione impresso all' asse di questo commutatore, si ottiene questo risultato, e cioè che scambiano fra loro l' ubicazione sul circuito, e il tubo pieno d' acqua, ed un grosso filo di rame, in modo che, se prima del movimento l' acqua si trovava fra il polo + della batteria di accumulatori ed il tubo, ed il grosso filo di rame fra questo ed il polo —, dopo il movimento dato al commutatore, l' acqua viene a collocarsi fra il tubo ed il polo —, ed il filo fra il polo + ed il tubo.

È poi di somma importanza il più perfetto isolamento dell' intero circuito.

Ecco ora, a guisa di esempio, il risultato di una esperienza.

Il tubo, contenente azoto a due o tre decimi di millimetro di pressione, è cilindrico, ed ha per elettrodi un disco ed un filo di alluminio, questo posto secondo l' asse del tubo, quello col suo piano perpendicolare all' asse medesimo. Il filo fa da catodo, gli accumulatori sono 282, e la colonna d' acqua presenta una resistenza (come è noto assai variabile col tempo) dell' ordine di grandezza di 30 milioni di Ohm. L' intensità

Digitized by Google

della corrente corrispondente alla deviazione galvanometrica osservata fu:

$5{,}48.10^{-6}$ Ampère, quando la resistenza era fra il tubo e il polo +
$0{,}4\ .10^{-6}$ Ampère, quando la resistenza era fra il tubo e il polo —

Questo, che ho citato, è uno dei casi nei quali la differenza nelle deviazioni osservate fu la più grande. Il numero di accumulatori adoperato era appena superiore al minimo necessario, perchè si avesse il passaggio dell' elettricità nel circuito. Questa è appunto la condizione necessaria, affinchè il fenomeno si presenti nel modo il più spiccato, e coincide con quella che è necessaria onde si manifestino altri curiosi fenomeni da me altre volte osservati [1]).

Infatti, ripetendo l' esperienza con un numero maggiore di accumulatori la differenza fra le due deviazioni divenne di più in più piccola, come risulta dai numeri seguenti:

	290 elementi	300 el.	360 el.
Acqua dalla parte + ...	$6{,}44.10^{-6}$	$7{,}56.10^{-6}$	$14{,}5.10^{-6}$
» » » —	5,08 »	7,18 »	14 »

Col medesimo tubo il fenomeno restava invertito, coll' invertire il tubo, cioè col fare catodo il disco anzichè il filo. Occorreva allora un maggior numero minimo di elementi della batteria, e di più la differenza fra le due deviazioni era minore.

Un tubo con elettrodi in platino diede un risultato simile, quando il disco era catodo; ma opposto a quello offerto dal primo tubo, quando era catodo il filo. Molti altri tubi, di forme differentissime, contenenti altri gas, a diverse pressioni, ed elettrodi disuguali variamente conformati, mostrarono tutti, qual più qual meno, un fenomeno dello stesso genere, cioè deviazioni diverse nel galvanometro, a seconda del posto occupato dalla resistenza. In tutti i casi poi il fenomeno tende a sparire, allorchè si diminuisce la resistenza impiegata sino a non essere che di qualche migliaia di Ohm.

1) Rend. della R. Acc. dei Lincei, vol. 6 (1890) pag. 83. Mem. della R. Acc. di Bologna, 13 Nov. 1892.

Digitized by Google

In conclusione, le condizioni necessarie onde il nuovo fenomeno sia assai cospicuo sono: 1.° che siano differenti in qualche modo i due elettrodi del tubo, 2.° che la forza elettromotrice della batteria superi di poco quella minima necessaria a determinare il passaggio della corrente, 3.° che la resistenza, di cui si muta il posto sul circuito, sia assai grande.

Il fenomeno descritto meriterebbe forse d' essere intimamente studiato. Può dirsi intanto che esso costituisce un indice sicuro della discontinuità della corrente nel circuito.

INTORNO ALLA QUESTIONE DELLA PRODUZIONE DI UN CAMPO MAGNETICO, PER OPERA DI UN RAGGIO LUMINOSO POLARIZZATO CIRCOLARMENTE.

Nota del Prof. A. RIGHI [1]).

Il Prof. Fitzgerald ha emesso recentemente l' opinione [2]), che un raggio polarizzato circolarmente, passando attraverso un gas fortemente assorbente, possa renderlo magnetico in un grado apprezzabile, e cioè abbia a prodursi un fenomeno in certo modo reciproco di quello di Zeeman, ed annuncia che un suo assistente sta tentando il relativo esperimento.

Una tale ricerca non può considerarsi come nuova, giacchè io stesso fino dal 1883 feci senza frutto dei simili tentativi [3]), dirigendo un raggio polarizzato circolarmente su vari corpi, assorbenti o no. Di più, come ha fatto notare il signor Gray [4]), altri tentativi infruttuosi furono da questo autore pubblicati nel 1890 [5]).

Non conosco naturalmente quali siano le disposizioni sperimentali adottate nel laboratorio del sig. Fitzgerald, ma certo è che il ricorrere a quei vapori metallici coi quali si suol produrre il fenomeno di Zeeman, deve presentare grandi difficoltà pratiche.

1) Dalla R. Accademia dei Lincei, vol. 8, 1° sem., ser. 5., fasc. 7°, 1899.

2) Nature, 5 january 1899, pag. 222.

3) V. la nota in fine della Memoria: " Ricerche sperimentali sul fenomeno di Hall particolarmente nel bismuto „. Mem. della R. Acc. di Bologna, 11 Novembre 1883; N. Cimento, 3. serie, t. 15 (1884), pag. 144.

4) Nature, 16 February 1899, pag. 367.

5) Phil. Mag., December 1890, pag. 494.

Digitized by Google

Avendo avuto la fortuna di scoprire che esistono corpi assorbenti, i quali anche alla temperatura ordinaria producono il fenomeno inverso di Zeeman, quali il vapore di ipoazotide [1]) e quello di bromo [2]), ho pensato di valermene per tentare nuovamente di ottenere il fenomeno supposto. Ecco come ho disposto l'esperienza, la quale, posso dir fin d'ora, non ha dato miglior risultato di quelle fatte in precedenza.

Un tubetto di vetro del diametro di 1,6 c. e della lunghezza di 2,3 c. chiuso con vetri piani sottilissimi e pieno d'ipoazotide gassosa, è posto sul cammino d'un raggio solare orizzontale, condensato con una lente e polarizzato da un nicol. Fra il polarizzatore ed il tubo trovasi una doppia lamina quarto-d'onda, formata da due lamine poste nello stesso piano e congiunte secondo una linea verticale. Siccome il nicol è così orientato, da dare un raggio a vibrazioni verticali e le due lamine hanno le loro sezioni principali a 45° l'una a destra l'altra a sinistra della verticale, così basta spostare lateralmente la doppia lamina, in modo che la luce attraversi ora l'una ora l'altra metà di essa, perchè il raggio che attraversa il gas assorbente sia polarizzato circolarmente o in un senso o nel senso opposto.

Al disopra del tubetto si trova un leggiero sistema astatico, formato da due piccoli aghi magnetici, sospeso ad un finissimo filo di quarzo, e munito di un piccolo specchio per la lettura delle deviazioni. Per rendere poi quasi completamente astatico il sistema sospeso, viene fissato in opportuna posizione una piccolissima asticella calamitata, la cui azione compensa quasi del tutto l'azione residua del campo terrestre sul sistema stesso. L'inferiore degli aghi sospesi trovasi a pochi millimetri dal tubo contenente il gas assorbente, ed è diretto trasversalmente all'asse di questo, mentre l'ago superiore dista dal tubo quasi 9 centimetri. In tal modo se il gas si magnetizza per opera del raggio luminoso, il sistema astatico deve deviare.

1) Rend. della R. Acc. dei Lincei, 17 Luglio 1898; Berl. Sitzber., 1898, pag. 600; Compt. Rend., t. 127, pag. 216.

2) Rend. della R. Acc. dei Lincei, 18 Dicembre 1898; Berl. Sitzber., 1898, pag. 893; Compt. Rend., t. 128, pag. 45.

Digitized by Google

Fatta più volte l'esperienza non ho potuto osservare, in modo sicuro, nessuna deviazione, sia nell'atto di spostare la doppia lamina quarto-d'onda nel modo indicato, sia, lasciandola fissa, nell'atto di intercettare con un diaframma o di lasciar libero il raggio luminoso.

Per avere poi una idea dell'ordine di grandezza della magnetizzazione cui poteva essere sensibile l'apparecchio, ho formato, mediante un filo di rame, un anello intorno al tubo al disotto del sistema astatico, ed ho cercato qual'era l'intensità della corrente che doveva percorrerlo, perchè si ottenesse una deviazione corrispondente ad un millimetro della scala. Ho trovato per questa intensità il valore $14{,}10^{-7}$, in unità elettromagnetiche assolute. Ne risulta, in base alle dimensioni del tubo e del piccolo circuito, che se l'intensità di magnetizzazione del gas fosse stata eguale a 10^{-6} in valore assoluto, essa avrebbe prodotto una deviazione di circa un millimetro della scala.

Se dunque il gas si magnetizza sotto l'azione del raggio solare polarizzato circolarmente, l'intensità di magnetizzazione deve essere alquanto inferiore a 10^{-6} (C. G. S).

SOPRA ALCUNE PROPRIETÀ TERMICHE DELL'ARIA SCINTILLATA.

Nota del Dott. P. PETTINELLI.

Wilson ha mostrato che i raggi X agendo sopra l'aria umida dilatantesi vi producono una nebbia più persistente di quando la dilatazione avviene senza l'azione dei raggi [1]).

Tale effetto pare dovuto all'ionizzazione dell'aria prodotta dai raggi Röntgen, tanto che il Thompson, basandosi sull'esperienza del Wilson, è giunto a misurare il numero degli ioni prodotti in un c. m. cubo di aria [2]).

In una nota pubblicata in questo periodico ho mostrato che i raggi X accelerano il raffreddamento di un corpo nel-

1) The effects of Röntgen's Rays on cloudy condensation — Procedings of the Royal Society, t. 59, p. 338-339.

2) Thomson J. Philosophical Magazine, vol. 46, Dicembre 1898, p. 528-545.

Digitized by Google

l' aria. Ora ho voluto provare se, ionizzando l' aria col farvi scoccare le scintille, si ottengono i due effetti sopra menzionati.

Perchè l'ionizzazione dell' aria sia più efficace occorre che le scintille scocchino fra due conduttori a punta e che sieno originate da brusche variazioni del potenziale affinchè il campo elettrostatico non dissipi gli ioni prodotti. Servono benissimo a tal uopo le scariche del Ruhmkorff lunghe 2 o 3 cm. circa od anche le scintille che si ottengono fra due punte comunicanti con le due armature esterne dei condensatori di una macchina elettroforica, mentre tra i poli della macchina scoccano scintille di circa tre centimetri, lasciando che le due armature esterne dei condensatori siano collegate fra loro soltanto dalla base di legno della macchina.

Se un uovo elettrico coi conduttori affacciati internamente terminanti a punta si mette in comunicazione con la macchina pneumatica, dando due o tre colpi di stantuffo non si ha indizio alcuno di nebbia quando l' umidità relativa è inferiore ai 60 e la temperatura di circa 20°. Se invece, fatta rientrare l'aria nel pallone, si fanno scoccare fra le due punte interne distanti circa 2 cm. sette od otto scintille ottenute in uno dei due modi anzidetti, facendo agire lo stantuffo della macchina come la prima volta, *si vede formarsi nel pallone una fitta nebbia che persiste per parecchi secondi* ed è visibile nettamente a diversi metri di distanza. L' esperienza riesce bene anche quando l' umidità relativa è di circa 30, ed anche se, vuotato completamente l' uovo elettrico, si riempie d' aria ionizzata mediante frequenti scintille che scoccano fra una punta e la parete interna nel foro attraverso il quale rientra l' aria nel pallone.

Ho altresì trovato che l'aria previamente scintillata asporta più celermente il calore da una superfice calda in contatto con essa. A tal uopo mi son servito di un pallone di vetro della capacità di circa un litro e mezzo, tenuto immerso fino al collo in un bagno contenente venti litri di acqua alla temperatura dell' ambiente. Con un buon contasecondi misuravo il tempo impiegato da un termometro in vetro duro, che aveva l' asta stretta da un tappo impegnato nel collo del pallone ed

Digitized by Google

il bulbo situato nel mezzo del pallone, a raffreddarsi da una data temperatura ad un'altra determinata. Il termometro, diviso in decimi di grado, veniva prima di ciascuna misura scaldato sempre alla stessa temperatura in una piccola stufa ad aria, dopo se ne determinava per varie volte di seguito il tempo impiegato a raffreddarsi nell' aria del pallone non sottoposta ad alcuna azione, dipoi si introducevano fino a metà del pallone due fili conduttori fra le estremità a punta dei quali si facevano scoccare circa quindici scintille lunghe 2 cm.; ionizzata in questo modo l' aria del pallone si procedeva ad una nuova misura del raffreddamento.

Per fare una nuova serie di determinazioni o si estraeva tutta l' aria ionizzata dal pallone mediante una pompa o si aspettavano parecchie ore lasciando il pallone aperto. Avendo fatto quindici serie di misure ho trovato che *il tempo impiegato dal termometro a raffreddarsi nell' aria scintillata è circa un trentesimo più piccolo di quello impiegato nell'aria non sottoposta ad alcuna azione.*

Riferisco un esempio:

Bari 10 Maggio, temperatura del bagno = 20°,2; temperatura inizia le del termometro = 29°,00; finale = 27°,00.

	t Durata del raffreddamento in sec. e decimi di sec.
I. Misura (aria ordinaria)	66",2
II. Misura (Idem)	66",5
III. Misura (Idem)	66",6
I. Misura (aria scintillata)	64",4
II. Misura (rinnovando lo scintillamento) .	64",0

Potrebbe sorgere il dubbio che le differenze riscontrate fossero dovute a qualche composto chimico prodotto nell' aria dalle scintille. Tale produzione è in questo caso insignificante dato l' esiguo numero di scintille e la loro debole intensità. Tuttavia volli provare ad empire il pallone di vapori di ipoazotide prodotti da un generatore separato con la solita reazione dell' acido nitrico sul rame; il raffreddamento nell' aria rossa per i vapori avveniva in un tempo di poco più di un ventesimo inferiore a quello impiegato dal termometro a raffreddarsi

Digitized by Google

nell' aria ordinaria. Nel gas illuminante la durata del raffreddamento si riduce a circa la metà che nell' aria, ma un millesimo di questo gas mescolato all' aria non altera sensibilmente la durata del raffreddamento.

Gabinetto di fisica del R. Istituto tecnico di Bari
15 Giugno 1899.

INTORNO AD ALCUNE NUOVE FORME DI POMPE DI SPRENGEL E AD ALCUNE FORME SEMPLICI DI TUBI RÖNTGEN.

Nota di G. GUGLIELMO [1]).

Le forme seguenti di pompe a mercurio, utilissime nel preparare tubi per la produzione dei raggi Röntgen sono molto più semplici di quelle generalmente in uso, e sono di facile costruzione e talora di costo minimo.

La forma I consiste nel tubo di caduta del mercurio A, lungo circa m. 1,50 e di circa 3 mm. di diametro interno, cui è saldato alla sommità un tubo B corto e un po' più largo che termina superiormente con una superficie conica a smeriglio, in cui s' adatta con grasso il tubo T in cui si vuol fare il vuoto; è facile altresì usare invece della congiunzione con grasso, una saldatura. Nel tubo B è saldato lateralmente il ramo corto C del sifone che termina ricurvo all' insù e con un' apertura capillare ma a pareti spesse che può esser chiusa da un ago tenuto da un manico D (del quale si parlerà più minutamente in seguito) che funziona a modo di valvola.

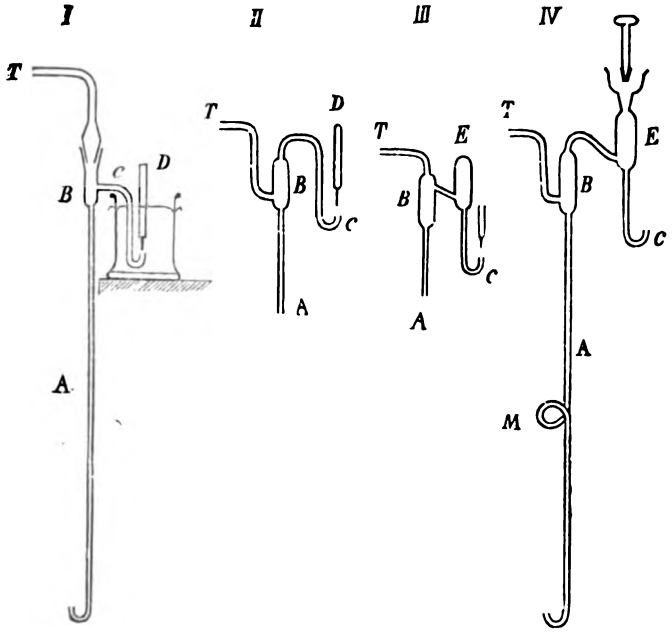
Alle saldature di A con B e B con C e alla congiunzione smerigliata, si possono sostituire congiunzioni mediante tappi di sovero e mastici in modo facile ad immaginare.

Collocato sopra una mensoletta o altro sostegno alto circa m. 1,50 dal suolo un recipiente piuttosto stretto e profondo con mercurio, immersovi il ramo corto C della pompa sifone, sollevato l' ago ed attivato il sifone, la pompa agisce aspirando

1) Dalla Reale Accademia dei Lincei, vol. 6ª, 2° sem., ser. 5, fasc. 11. Dicembre 1897.

Digitized by Google

con una rapidità poco minore di quella teoricamente possibile colle dimensioni usate.



Nella forma II, il ramo corto C del sifone è saldato alla sommità del tubo B, ed a questo invece è saldato lateralmente un tubo D ripiegato all' insù che termina colla congiunzione smerigliata in cui s' adatta il tubo T. Questa forma richiede una saldatura in più della precedente; essa permette però la misura della rarefazione ottenuta.

Queste due forme sono sprovviste di qualsiasi disposizione per trattenere l'aria trascinata meccanicamente dal mercurio.

Tale disposizione (che trovasi nelle forme seguenti) sebbene utile non è completamente indispensabile.

Tuttavia è utile e facile trattenere la quantità d'aria anche minima che può essere trascinata meccanicamente; ciò si ottiene nelle pompe III e IV nelle quali il ramo corto del sifone porta superiormente una bolla E che si vuota contemporaneamente al tubo T, e nella quale l'aria suddetta viene

Digitized by Google

trattenuta finchè essa non raggiunge una pressione di parecchi millimetri, ciò che richiede molto tempo.

È comodo che la bolla E alla parte superiore possa essere aperta o chiusa mediante un tappo smerigliato, come vedesi nella figura IV; in tal modo, quando si vuol attivare la pompa si può versare rapidamente mercurio nella bolla e così scacciare da essa tutta l'aria, e attivare il sifone senza ricorrere all'aspirazione dalla parte inferiore di A. È utile inoltre che il tubo C penetri dentro la bolla E fino alla parte superiore, così si evita meglio che qualche bolla d'aria invece di fermarsi nella bolla, passi nel tubo di comunicazione colla pompa. Si può p. es., stabilire la comunicazione fra la bolla E ed il resto della pompa IV con una congiunzione a mercurio; perciò il tubo che viene dalla pompa, attraversa un tappo, coperto di mercurio, che chiude il fondo dell'imbutino. Si può anche immergere il ramo C entro una bottiglia sormontata da un imbuto, piena di mercurio e chiusa da un tappo attraversato dal tubo C; in tal modo, quando la pompa agisce nella bottiglia, si forma un vuoto parziale ed il mercurio vi si spoglia d'aria.

Una disposizione che è utile sebbene spesso non del tutto indispensabile, è quella introdotta da Rood e che nella forma IV vedesi in M. Essa consiste nel ripiegare il tubo A in modo che esso formi un anello, a circa 75 cm. dall'orifizio inferiore, ed ha per iscopo d'impedire che le bolle d'aria trascinate dal mercurio ritornino a galla e quindi nella pompa; nell'anello rimane sempre una colonnetta di mercurio che le bolle suddette non possono spostare. La disposizione che ho usato con curvatura continua, senza punti di flesso, è molto facile a costruire e si può inoltre evitare che il tubo diventi più fragile col legare e fissare i due rami di tubo, nel punto ove s'incontrano, con spago e con gesso oppure ceralacca. Però è da notare che finchè dura l'efflusso del mercurio le bolle d'aria che vengono a galla sono imprigionate dalle gocce di mercurio che si trovano ancora alla sommità del tubo A e che quando cessa l'efflusso del mercurio le bolle piccole rimangono aderenti al vetro, e le grandi producono una interruzione del mercurio e sono trattenute per effetto della tensione superficiale di esso.

Digitized by Google

Per mettere in azione queste pompe essendo il ramo corto C aperto e immerso nel mercurio occorre attivare il sifone, e a tal uopo occorre esercitare all'estremità inferiore del tubo A una leggera aspirazione, facendo uso d'una piccola pompa o della bocca, coll' intermezzo d' un tubo di gomma; basta diminuire la pressione di due o tre centimetri perchè il mercurio oltrepassi la curvatura del sifone e incominci a cadere e continui poscia per il peso delle colonne cadute. Se però si fa uso d'una piccola pompa a stantuffo è utile non aprire il tubo C fintanto che non si è prodotta con essa tutta la rarefazione che può produrre, perchè così si evita tutto il periodo in cui la pompa a mercurio è meno attiva; bisogna però aver cura di evitare che il mercurio penetri nella pompa a stantuffo.

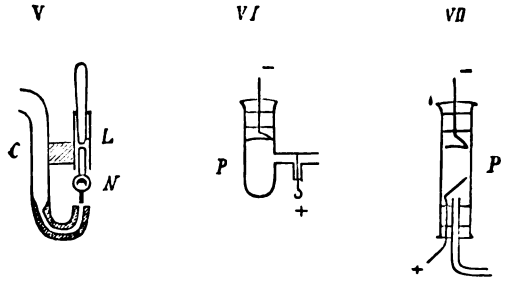
Per regolare o far cessare l' efflusso del mercurio serve bene un grosso ago, fissato ad un manico, la cui parte conica penetri nell' orifizio capillare del tubo C; spesso anche senza lavorare nè il tubo, nè l' ago, la chiusura è se non perfetta almeno sufficiente per rendere l' efflusso del mercurio molto lento (p. es. una goccia ogni minuto primo) ciò che è piuttosto vantaggioso che nocivo; si può del resto ottenere facilmente che la chiusura sia perfetta, bagnando l' ago con una poltiglia di smeriglio fino e facendolo ruotare nell' orifizio suddetto finchè le due parti consumandosi vengano a combaciare esattamente.

È utile inoltre e pressochè indispensabile che l' ago suddetto sia guidato nei suoi movimenti (altrimenti venendosi ad adattare nell' orifizio un po' di traverso facilmente lo rompe) e che inoltre funzioni da valvola che chiuda automaticamente l' orifizio quando il mercurio nel recipiente scende sotto un certo livello, evitando così che questo s' abbassi tanto da lasciar scoperta l' estremità del tubo C e permetta l' entrata dell' aria nella pompa, con proiezione di goccioline di mercurio in tutto il tubo T.

Questa valvola si costruisce facilmente fissando l' ago alla parte inferiore d' una bolla di vetro N, alla parte superiore della quale è fissata un' astina che scorre entro un tubo verticale L fissato alla parte superiore del tubo C (fig. V).

Digitized by Google

È bene che il peso della bolla sia di poco inferiore alla spinta del mercurio, e che essa sia zavorrata alla parte inferiore in modo che l'ago e l'astina rimangano verticali senza



esercitar troppa pressione sul tubo che serve di guida, e che allorquando si abbassa il livello, abbassandosi la bolla l'ago vada per diritto nell'estremità del tubo C. Per regolare o far cessare l'efflusso del mercurio, il tubo N alla parte superiore è guarnito internamente di carta o stoffa, e dentro di esso può scorrere a sfregamento dolce un'astina, abbassando la quale si fa abbassare più o meno la bolla N e l'ago che serve di tappo.

Se il recipiente superiore che contiene il mercurio fosse un po' largo, una quantità non piccola di mercurio, cioè quella compresa fra il fondo e il livello al quale si chiude la valvola, rimarrebbe inattiva; quando si creda, p. es. per economia di mercurio, di evitar ciò, si potrà riempire il fondo del recipiente con gesso, lasciando in questo una cavità sufficiente per contenere la parte inferiore del tubo C fino alla base della bolla.

Riguardo alla rapidità con cui agiscono queste pompe, ritengo che essa non sia diversa da quella delle altre pompe di Sprengel, perchè la parte essenziale, il tubo A, è la stessa in tutte, solamente accoppiando parecchi tubi la rapidità aumenta in proporzione. La pompa agisce lentamente quando la pressione dell'aria che si aspira è grande, perchè tale pressione fa equilibrio al peso delle colonnette di mercurio le quali riescono separate da piccoli intervalli. È perciò utile, specialmente se si fa il vuoto in un tubo di molta capacità, di pro-

Digitized by Google

durre una discreta rarefazione per mezzo d' una pompa a stantuffo che si può far agire all' estremità del tubo A; in questo caso è comodo adattare a questa estremità con un tubetto di gomma un robinetto a tre vie, per poter porre la pompa di Sprengel prima in comunicazione colla pompa a stantuffo e poscia coll' atmosfera, allorchè è incominciato l' efflusso del mercurio.

Quando la rarefazione è un po' avanzata, le gocce di mercurio cadono senza fermarsi dalla sommità del tubo A fino al livello del mercurio, producendo così nelle pompe sopra descritte un' aspirazione di circa 5 cm^3 d' aria per ogni goccia di mercurio di circa 0,05 cm^3 di volume. Quindi 100 cm^3 di mercurio aspirano $5 \times 20 \times 100$ cm^3 d'aria, ossia 10 litri d'aria, e se le gocce si succedono ad intervalli d' un secondo, in un minuto primo vengono aspirati circa 300 cm^3 d' aria.

Un inconveniente che può esser d' ostacolo alla rapidità dell' evacuazione, è la tendenza del mercurio di formare strisciando sul vetro una vena sottile che produce goccioline di mercurio che potrebbero cadere senza aderire al tubo A e lasciare quindi sfuggire l' aria che dovrebbero rinchiudere nel tubo A e trascinare in basso. Si può rimediarvi in vari modi, specialmente nella pompa I, cioè modificando l' orifizio del tubo C nel tubo B, o disponendo entro il tubo B una piccola bacinella che arresti la vena, ma più sicuramente facendo sì che il tubo A alla parte superiore si restringa alquanto, affinchè le gocce non possano attraversarlo senza aderire alle pareti e trasformarsi in colonnette.

I seguenti tubi per la produzione dei raggi Röntgen sono molto facili a costruire e modificare e danno ombre molto nette. Ad un tubo d' assaggio P, di 6 a 8 mm. di diametro, si salda lateralmente un tubo per la congiunzione colla pompa (fig. VI e VII). Il catodo si ritaglia da una lamina d' alluminio, in forma d' un dischetto con una coda; si rende il dischetto concavo, si ripiega la coda come appare nella figura, e si infigge attraverso un piccolo tappo di sovero che s' adatta comodamente nel tubo P. Si circonda quindi la lista suddetta, dalla parte del disco con pezzetti o con uno strato di mastice, e mentre questo è solido, s' introduce il tappo nel tubo A e si

Digitized by Google

riscalda questo lentamente in modo che il mastice fonda e formi uno strato omogeneo di 5 o 10 mm. sopra il tappo di sovero. La chiusura così è ottima, facile a fare e a disfare. L' anodo è fissato come vedesi nella figura. Per evitare che il vetro fonda per l' azione dei raggi catodici, si può immergere l' estremità del tubo in una scatoletta di carta paraffinata piena d' acqua.

Il tubo suddetto può trasformarsi in un tubo focus, collocando sul fondo una lamina ellittica di platino a 45° dall'asse, che si può fissare in vari modi e fra gli altri con una goccia di smalto. (In mancanza di questo, Diakonoff consiglia lo smalto delle spille che si trovano comunemente in commercio).

Un tubo focus senza saldature dal quale si possono ottenere buoni effetti come dagli altri è quello della fig. VII.

Usando in esso come mastice della ceralacca ordinaria si ha l' inconveniente che essa emette continuamente vapori, e riscaldata bolle facilmente.

È molto migliore l' uso di colofonia resa meno fragile coll' aggiunta (mentre è fusa) di piccole quantità di olio d' oliva, oppure olio di ricino, o paraffina, o vasilina privata delle parti più volatili con un prolungato riscaldamento, o gomma elastica. Le ultime mescolanze sono le migliori; se si mescola gomma elastica è da notare che questa è quasi insolubile nella colofonia a meno che la temperatura sia così elevata da fondere la gomma, ed allora si può aggiungere una grande quantità di questa.

Tutte queste mescolanze hanno il pregio di poter essere riscaldate molto sopra il punto di fusione, senza che bollano, esse allora diventano fluidissime, penetrano per capillarità in tutti gl' interstizi, e solidificandosi formano una massa compatta, omogenea che guarentisce un' ottima chiusura. Le miscele con olio di ricino, vasilina condensata e paraffina hanno inoltre il vantaggio d' esser trasparenti e i possibili difetti divengono visibili. Occorre però avvertire che la quantità di olio di ricino ecc. deve essere molto piccola altrimenti la massa rimane plastica anche a temperatura ordinaria, e sotto una pressione continuata, come p. es. la pressione atmosferica, viene a cedere. Inoltre un eccesso specialmente di olio o di

Digitized by Google

olio di ricino fa sì che il mastice nel vuoto produce bolle che distruggono l'omogeneità della massa.

Si può sostituire al mastice la lega di Wood, la quale certamente non emette vapori sensibili, operando del resto come per il mastice. Però siccome la lega non aderisce completamente al vetro, per avere una buona chiusura, sopra la lega si può versare uno strato di mastice ben fuso. Una simile chiusura è così buona come quella ottenuta saldando vetro e platino, però forse a lungo andare non resiste ai vapori di mercurio, che però nella durata d'un giorno non pare che producano il minimo effetto.

Un vantaggio di questi tubi, oltre alla facilità di costruzione si ha nella rapidità colla quale vi si produce il vuoto; se il tubo non è umido, pochi minuti di aspirazione sono sufficienti perchè la pressione passi dalla pressione atmosferica a quella necessaria per ottenere i raggi Röntgen. Le ombre sono altresì molto nette. L'intensità dei raggi è sufficiente per produrre sulla lastra fotografica un'immagine intensa delle dita in circa 5', ma a causa della nettezza dei contorni l'immagine è completa anche con una durata molto minore.

SOPRA UN SISTEMA DI CONDUTTURA SOTTERRANEA PROTETTA PER TRAMVIE ELETTRICHE URBANE.

Nota dell' Ing. C. CARLO INCISA.

È noto come per ragione di estetica e di sicurezza, si tenti ora di generalizzare le condutture sotterranee nelle tramvie elettriche.

I progetti di condutture sotterranee proposte fino ad ora possono compendiarsi nei tre gruppi seguenti:

1° Grandi canali a fessura aperta.

2° Condotte con porzioni elastiche esterne.

3° Condotte chiuse a superficie rigida.

I sistemi del primo gruppo dànno resultati tecnici soddisfacenti ma esigono spese enormi d'impianto. Quelli del terzo gruppo, sono del tutto chiuse e la corrente è trasmessa ai mo-

Digitized by Google

tori per mezzo di contatti meccanici o elettromagnetici che funzionano solo al momento del passaggio di un carrozzone.

Al 2° gruppo appartengono quei sistemi a fessura elastica chiusa per tutta la linea, e che si apre solo al passaggio della vettura. È a quest' ultimo sistema che appartiene il progetto dell' Ing. Incisa, il quale ha potuto evitare l' introduzione di cautchou o di molle di acciaio, per la chiusura automatica della fessura.

LIBRI NUOVI

LES MÉTHODES NOUVELLES DE LA MÉCANIQUE CÉLESTE,
di H. POINCARÉ.

(Gauthier-Villars et fils. Parigi).

L' opera, in nitida edizione, è divisa in tre grossi volumi, che sono usciti in tempi diversi, e cioè, rispettivamente nel 1892, nel 1893 e nell' anno in corso.

Questa opera, parto di quel fecondo matematico che è il Poincaré, deve la sua importanza oltre che alla nitidezza e rigore della esposizione, dote comune a tutte le sue numerose pubblicazioni di fisica matematica, principalmente al fatto che tutti i nuovi metodi, dovuti agli sforzi di alcuni astronomi contemporanei, vi sono trattati più col proponimento di farne comprendere lo spirito e di renderne facile il paragone a chi studia, che di metterli sotto la forma più adatta per il calcolatore numerico.

È noto come il problema dei tre corpi abbia una grandissima importanza in astronomia e come sia manifestamente impossibile trovarne un sistema integrale completo; di quì la necessità di ricorrere a metodi approssimativi, i quali sono sino dal principio consistiti nel cercare degli sviluppi che procedano secondo le potenze delle masse. Questi metodi hanno raggiunto un grado tale di perfezione da servire con sufficienza ai bisogni della pratica, e potranno forse servire per lungo

Digitized by Google

tempo ancora, ma non sempre; infatti essi hanno tutti un carattere comune che impedisce di poterli adoprare per il calcolo delle effemeridi durante un lungo periodo di tempo, essendochè entrano in quei sviluppi i così detti *termini secolari*. In essi il tempo è contenuto nelle funzioni seno e coseno, e coll' aumentare di questa variabile nasce il dubbio se la convergenza delle serie si mantenga oppur no. Alcuni scienziati, convinti che la presenza di quei termini sia dovuta semplicemente ai metodi e non già alla natura del problema, si sono proposti di farli sparire, ed oggi in seguito ai lavori di Delaunay, di Hill, di Gyldèn, di Newcomb, di Lindstedt, di Bohlin le difficoltà che derivavano dai termini secolari possono considerarsi vinte, dal momento che le coordinate degli astri sono sviluppate in serie, di cui tutti i termini sono ora periodici. Ecco a che questi metodi nuovi debbono la loro origine, e quale è stato lo scopo di investigarli.

Prima di intraprenderne la esposizione l' autore, nel primo volume, rammenta i metodi di Jacobi e la teoria di Cauchy relativa alla integrazione delle equazioni differenziali; fa poi lo studio completo delle soluzioni periodiche di primo genere, e dopo avere parlato degli esponenti caratteristici passa ad esporre la dimostrazione della non esistenza degli integrali uniformi. Fatto poi largamente lo studio dello sviluppo approssimativo della funzione perturbatrice, il primo volume viene terminato da quello delle soluzioni assintotiche. Di ciascun argomento, e ciò sia detto anche per gli altri volumi, sono fatte notevoli applicazioni al problema dei tre corpi e ai problemi più generali della dinamica.

Nel secondo volume l' autore, dopo avere bene stabilito una volta per sempre la differenza di significato che al concetto di convergenza di una serie viene dato dai matematici e dagli astronomi, incomincia coll' esporre i più semplici metodi nuovi, quali sono quelli di Newcomb e di Lindstedt, dimostrando come si possano vincere certe difficoltà che si incontrano quando si voglia applicarli al problema più generale dei tre corpi. La maggior parte di questo volume è occupata dalla larga trattazione dei metodi di Gyldèn, che permettono di trionfare delle stesse difficoltà e che sono resi più facili

Digitized by Google

con degli artifizi eleganti ed ingegnosi. Col metodo di Bohlin e colla sua estensione termina il secondo volume.

Nel terzo ed ultimo l'autore svolge la teoria degli invarianti integrali, indicandone la formazione e l'uso; a questa teoria fanno seguito quelle della stabilità, delle soluzioni periodiche di secondo genere e di seconda specie e finalmente quella delle soluzioni doppiamente assintotiche.

È inutile dire che in parecchi argomenti dell'opera campeggiano studi nuovi e interessantissimi dell'autore; i relativi risultati sono ottenuti col rigore assoluto che esigono i matematici, rigore che dà grandissimo pregio specialmente ai suoi teoremi sulle soluzioni periodiche, assintotiche e doppiamente assintotiche. Sono stati poi gli stessi resultati che hanno deciso il Poincarè a formare quest'opera, e che gli hanno permesso di esporre sinteticamente la maggior parte dei metodi fino ad ora proposti, allontanandosi spesso dai modi di esposizione tenuti dai rispettivi autori.

R. MAGINI.

AIDE-MEMOIRE DE PHOTOGRAPHIE PER IL 1899,
di C. FABRE.

(Un vol. di 340 pag. con incisioni. Gauthier-Villars, editore, Parigi. L 1,75).

La presente opera non è che un'annuario di fotografia, cominciato a pubblicare dal 1876. Il suo scopo è di mettere il lettore al corrente di tutto quello che si fa in un'arte che progredisce ogni giorno e di cui le applicazioni si moltiplicano e si perfezionano sempre più; facilita quindi i lavori dei fotografi e le ricerche dei numerosi dilettanti che si dedicano oggidì a quest'arte utile e dilettevole.

Nel volume sono perciò riuniti gli ammaestramenti più interessanti. Esso è diviso in tre parti: Fotografia teorica, fotografia pratica, fotografia industriale.

La prima parte è una rivista dei progressi compiuti nell'anno in corso. Contiene una lista completa delle società fotografiche e dei lavori compiuti. Fra quest'ultimi l'A. ha insistito specialmente sui processi, apparecchi, prodotti chimici

Digitized by Google

che hanno dato buoni resultati, il che dà al libro un' impronta eminentemente pratica, e lo rende utilissimo.

Nella seconda parte sono riassunti i principali fondamenti della fotografia. Gli ammaestramenti, le formule, le tavole riportate sono sufficienti a richiamare nella mente dell' operatore quelle nozioni pratiche che egli ha già imparate ma che non ha più presenti alla memoria.

La terza parte è indirizzata più specialmente ai commercianti i quali hanno, per così dire, sottomano, la lista dei principali clienti; il dilettante vi trova inoltre riunite indicazioni utilissime che possono evitargli ricerche lunghe e spesso difficili.

Un' agenda termina il volume; essa permette di scrivere delle note, che completano, in certo qual modo, questo annuario. R. FEDERICO.

OPINIONS ET CURIOSITÉS TOUCHANT LA MATHEMATIQUE, d'après les ouvrages français des 16°, 17° et 18° siecles.

per G. MAUPIN.

(Un vol. di 200 pag. G. Carrés e C. Naud, editori, Parigi).

Nei secoli scorsi, quando la matematica non aveva raggiunto quel rigore moderno, dovevano avere un' impronta di curiosità tutta speciale le opere dei matematici i quali spesso con disinvoltura fra una dimostrazione e l' altra parlavano di morale o magari di filosofia, ed abordavano problemi ritenuti insolubili e ne cercavano in tutti i modi la soluzione. Essi cadevano così in errori grossolani ed erano spesso condotti a emettere teorie ed opinioni che ora si leggono con curiosità e valgono a darci un' idea di quello che era lo studio delle matematiche in quei tempi.

Chi non ricorda, per esempio, le innumerevoli soluzioni che in ogni tempo si è cercato di dare della quadratura del cerchio? E appunto da una di queste soluzioni comincia il presente volume.

E precisamente comincia dalla geometria di Oronce Fine, verso l' anno 1556, il quale oltre alla quadratura del cerchio,

Digitized by Google

credè anche di trovare la duplicazione del cubo, la trisezione dell' angolo, e cose simili.

Il problema della quadratura del cerchio doveva esser poi ripreso da un nobile canonico, filosofo e poeta, e cioè da Carlo de Bovelles (1566) il cui libro porta una prefazione in versi e contiene una strana mescolanza di proposizioni esatte e di ricette sbagliate.

E così leggendo il volume passano rapidamente sotto gli occhi tante cose curiose che trattengono volentieri il lettore.

Ora è Alexis Le Teuneur che dimostra i vantaggi che si avrebbero a insegnare la matematica in francese piuttosto che in latino, — atto veramente rivoluzionario in quei tempi — ora è il gesuita Pardies che prova l' esistenza di Dio dalla considerazione degli spazi assintotici, ora è Prestèt che consiglia lo studio delle matematiche perchè esse moderano le passioni!

Ho cercato di dare un' idea di quello che contiene il libro. Ma sono molte e belle le cose che vi si trovano e di cui non si può neanche accennare brevemente; i trentadue capitoli in cui è diviso il volume contengono ciascuno qualche novità, qualche curiosità, che non solo si legge volentieri, ma che spesso si rilegge.

Il volume è rilegato in tela e oro. L' edizione è accuratissima, la stampa nitida e bella, su ottima carta.

R. FEDERICO.

MANUEL DU PHOTOGRAPHE AMATEUR,

per F. PANAJOU.

(3. ediz. 284 pag. con 63 incisioni. Gauthier-Villars, editore, Parigi 1899).

Di Manuali di fotografia per dilettanti ne esistono parecchi; ma gli uni volendo contenersi in limiti ristretti riescono insufficenti e servono tutto al più per richiamare alla mente di chi le ha già acquistate le nozioni principali di fotografia: gli altri al contrario riescono poco pratici per la grande mole e di poca utilità ai dilettanti, i quali in generale hanno bisogno di nozioni chiare, precise, in modo che il manuale serva

Digitized by Google

loro di guida e di aiuto nelle manipolazioni fotografiche. A questo scopo è riuscito egregiamente il sig. Panajou, col presente manuale, il quale è proprio adatto per i fotografi dilettanti. E infatti anche un principiante trova un' utilità indiscutibile nella lettura di esso, poichè fin da principio nella descrizione degli apparecchi maggiormente in uso trova facilmente tutti i dati che devono guidarlo nella scelta di una buona macchina fotografica. Dopo, il modo di fare le pose, le manipolazioni chimiche, e tutte le pratiche necessarie, sono descritte così minutamente e con tanta chiarezza, da evitare molti degli insuccessi che in generale sono dovuti all' imperizia dell' operatore.

Infine, abbiamo anche osservato con piacere, come nel presente volume siano anche descritti i processi più moderni della tiratura delle positive, cosa in cui in generale difettano gli altri manuali.

Così oltre alla foto-miniatura, al processo, al carbone, trova anche posto il modo di ottenere le positive al platino, in generale le positive colorate in verde, in violetto, in bleu e quelle sul vetro e sulla porcellana.

Non esitiamo dunque a raccomandare caldamente questo Manuale, il quale davvero colma una lacuna.

R. FEDERICO.

LA PHOTOGRAPHIE ANIMÉE,

per EUG. TRUTAT.

(Un vol. di 185 pag. con 146 incisioni e tavole fuori testo. Gauthier-Villars, editore, Parigi 1899).

Il grandissimo sviluppo che ha preso la cronofotografia in questi ultimi anni, mostra senz' altro come essa siasi resa utilissima. E infatti, oltre alla curiosità che può generare l'osservazione di un oggetto o un essere in movimento, di quanto non è stato utile alla scienza il potere fissare sulla pellicola fotografica il galoppo di un cavallo, il movimento delle onde del mare, e perfino il volo di un uccello?

Col volume presente, l'A. ci fa seguire passo passo i progressi realizzati dai diversi inventori; mostra le imperfezioni

Digitized by Google

dei primi apparecchi, indica i mezzi impiegati per evitarle l'una dopo l'altra, e segna infine le soluzioni le più perfette e le più pratiche. Questo libro sarà una guida preziosa per tutti coloro che avranno l'ambizione di creare nuovi tipi di apparecchi per la fotografia animata.

Si può quindi dire che questo volume sia la storia della cronofotografia. E invero dalle origini del metodo si passa fino alle più moderne invenzioni. Sono descritti dapprima i sistemi ad apparecchi multipli, poi quelli a striscia sensibile, derivati tutti dall'apparecchio di Marey, e si arriva infine ai cinematografi di cui si ha già una lista assai lunga, e fra i quali primeggia quello dei fratelli Lumière.

Infine l'A. studia i metodi più pratici per ottenere le striscie fotografiche e il loro impiego nella lanterna a proiezione.

R. FEDERICO.

CINEMATIQUE ET MECANISMES. POTENTIEL ET MECANIQUE DES FLUIDES, *di* H. POINCARÉ.

(Paris, G. Carrè et C. Naud, Edit., 1899).

Il libro edito con suprema eleganza dai sigg. Carré e Naud, si raccomanda da sè a chi appena cominci a scorrerne le prime pagine. Tutte le parti vi sono svolte in modo facile, piano, intelligibilissimo a chi abbia appena conoscenza del calcolo. Di molti teoremi sono date la dimostrazione analitica e la dimostrazione geometrica, e numerose applicazioni ed eleganti esercizi seguono alle teorie più importanti.

Il trattato è diviso in due parti. La prima parte comprende la cinematica e ha sei capitoli. I primi cinque trattano del movimento; il sesto dei mecanismi.

Il primo capitolo tratta delle varie specie di movimento rettilineo e curvilineo, della composizione e decomposizione delle velocità e delle accelerazioni e si chiude colla determinazione delle componenti normali e tangenziali dell'accelerazione nel caso di un movimento curvilineo.

Il II capitolo tratta del movimento di una figura piana invariabile scorrevole su un piano. Detto da prima della rota-

Digitized by Google

zione e della traslazione, tratta poi del movimento di una curva mobile invariabile assoggettata a restare tangente a una curva fissa, della riduzione di un movimento piano a un movimento di rotolamento, e infine del movimento epicicloidale.

Il III capitolo è dedicato al movimento di un corpo solido invariabile, e il IV studia il movimento più generale di un corpo solido, che si dimostra potersi sempre considerare come risultante di una traslazione e di una rotazione. Il capitolo V studia il movimento relativo di un punto, che definisce come il movimento di un punto che apparirebbe a un osservatore invariabilmente legato agli assi mobili.

Nel capitolo VI infine tratta da prima dei movimenti usualmente utilizzati dall' industria e dice della necessità che l' industria ha di trasformare l' un moto nell' altro. Nel seguito del capitolo tratta dei vari meccanismi adoperati per tali trasformazioni, come bielle, ingranaggi, ecc. Il capitolo si chiude colla trattazione della *coulisse di Stephenson.*

Il I capitolo della seconda parte tratta delle *funzioni delle forze* e del *potenziale.*

Nel capitolo II si ha un' ampia trattazione del teorema di Green e delle sue applicazioni. In fine del capitolo si trova il *problema di Dirichlet.*

Nel capitolo III si tratta dell' attrazione esercitata da un elissoide.

I capitoli IV e V sono dedicati alla meccanica dei fluidi. L'A. considera i liquidi come fluidi incompressibili e i gas come fluidi compressibili. Nel primo di questi capitoli studia l' equilibrio dei fluidi; nel secondo ne studia il movimento.

P. BACCEI.

I MODERNI PROCESSI FOTOMECCANICI

per RODOLFO NAMIAS.

(Manuali Hoepli, Milano 1899).

Edito con molta eleganza questo manuale è dedicato a tutti coloro i quali o per diletto e per industria propria si danno allo sviluppo sempre crescente dell' arte fotografica.

Digitized by Google

Oggi, come nota l'A., le arti grafiche chiedono ben poco dalla mano dell' uomo; è la fotografia che in un tempo assai più breve e in un modo molto più esatto ci fornisce la maggior parte delle illustrazioni che adornano i libri ed i giornali. Questo manuale appunto, si propone lo scopo di riunire in sè tutti quei metodi e quelle ricette per mezzo delle quali dalla semplice fotografia si passa ai diversi processi di stampa.

Stabilita una nomenclatura propria italiana per vari processi, l'A. tratta prima di tutto dei vari metodi diretti di stampa dalla gelatina bicromatata, dopo di quelli indiretti cioè per corrosione (Fotocalcografia, Fototipografia, Fotolitografia) e per modellatura.

Il manuale è ricco di splendide figure, e siamo certi che verrà bene accetto da tutti i cultori delle applicazioni dell' arte fotografica.

Dott. E. PASQUINI.

RIVISTA

Comptes Rendus. T. CXXVIII, Gennaio 1899.

RIGHI A. *Sull' assorbimento della luce per opera di un corpo posto in un campo magnetico* (pp. 45-48). — L'A. ricorda i fenomeni da lui preveduti [1]) nella produzione del fenomeno *inverso* di Zeeman colla luce polarizzata e dice di non credere, come affermerebbero i proff. Macaluso e Corbino che la rotazione delle vibrazioni le cui lunghezze d' onda sono vicine a quelle delle radiazioni assorbite, costituisca la causa principale dell' apparizione della luce che si osserva nella esperienza ideata dall 'A. Infatti la condizione affinchè i fenomeni di rotazione siano osservabili (grande larghezza delle linee di assorbimento) non solo non è necessaria, ma anzi è sfavorevole agli effetti descritti dall'A. In ogni caso l' esperienza istituita dall'A. rivela in un modo semplice e molto sensibile l' esistenza non solo del fenomeno di Zeeman, ma di un fenomeno più complesso, qual' è quello del fenomeno di Zeeman colle rotazioni delle vibrazioni che probabilmente

1) Nuovo Cimento, (4), t. 9, pag. 168.

Digitized by Google

ognora lo accompagnano. Ora l'A. completa le considerazioni precedenti tenendo conto della larghezza delle linee di assorbimento.

Se il corpo assorbente, disposto nel campo magnetico dà nelle condizioni ordinarie, una linea di assorbimento di larghezza sensibile, si troverà nello spettro della luce che l'ha attraversata due linee polarizzate circolarmente, l'una a destra, l'altra a sinistra, aventi anch'esse una larghezza sensibile ed in parte sovrapposte: la parte comune resterà oscura per l'azione dell'analizzatore e non vi sarà apparizione di luce che nelle parti esterne, corrispondenti alle due linee.

Ciò spiega come la luce, che apparisce per azione del campo magnetico aumenti fino ad un certo limite, al crescere dell'intensità del campo; ma operando con larghe linee di assorbimento, il colore della luce suddetta potrà non essere più il colore complementare di quello trasmesso dal corpo assorbente. Questo colore potrà variare altresì per la probabile diversità di grandezza, (a seconda delle diverse linee d'uno stesso corpo) dello sdoppiamento prodotto dal campo magnetico.

L'A. ha esperimentato coi vapori di ipoazotide, di bromo, di bromuro di jodio, di cloruro di jodio e tetrabromuro di selenio ed ha sempre ottenuto il fenomeno previsto. Infine l'A. ha istituito delle esperienze simili a quelle del Voigt, relative alla costatazione della doppia rifrazione che viene ad aggiungersi al fenomeno di Zeeman quando la luce incidente ha le sue vibrazioni rettilinee e inclinate sulle linee di forza magnetica del campo, ma, usando uno spettroscopio a debole dispersione, l'A. non ha trovato, rispetto al caso della luce parallela alle linee di forza suddette, che delle piccole differenze d'intensità luminosa.

GUILLET A. *Sopra una forma semplice di magnetometro* (pp. 48-50).

DESPRETZ M. *Sull'isteresimetro costruito dai Sigg. Blondel e Carpentier* (pp. 61-64).

LEDUC A. *Sull'esperienza di Lord Kelvin e Joule* (pp. 88-91). — Partendo da una formula, dedotta in un suo lavoro precedente [1]) da quella di Clapeyron, l'A. stabilisce l'equazione

$$E\,C\,k = (\alpha\,T - 1)\,.\,v$$

la quale mostra che affinchè un gas non dia luogo ad alcun fenomeno termico nell'esperienza di Lord Kelvin e Joule ($k = 0$), in certe condizioni, è necessario e sufficiente che sia $\alpha\,T = 1$

1) Nuovo Cimento, (4), t. 9, pag. 305.

Digitized by Google

in queste condizioni e reciprocamente. Per un gas che godesse di questa proprietà in tutte le condizioni, si avrebbe

$$\frac{v}{v_0} = \frac{T}{T_0}$$

dove il volume v_0 corrisponde alla temperatura T_0, quella, ad es., del ghiaccio fondente. Non solo questo gas seguirebbe la legge di Gay-Lussac, ma avrebbe per coefficiente di dilatazione l'inversa della temperatura termodinamica del ghiaccio fondente.

Dalla equazione prima l'A. ha tratto una formula che dà l'abbassamento di temperatura prodotto quando un gas passa dalla pressione $2p$ alla pressione p alla quale si riferiscono i valori noti delle costanti $\gamma = \frac{C}{c}$, $\varkappa$ e μ che intervengono nella formula stessa. I valori dedotti da quest'ultima per vari gas coincidono con quelli ottenuti dal Bouty applicando le formule di Clausius o di Van der Waals, calcolando i coefficienti dai resultati sperimentali di Amagat.

BAGARD H. *Sulle variazioni di resistenza di un conduttore elettrolitico in un campo magnetico* (pp. 91-93). — L'A. ha trovato che la resistenza di un conduttore varia in un campo magnetico mediante la seguente disposizione sperimentale:

La parte di un conduttore che si trova nel campo ha la forma di un anello che sarebbe generato dalla rivoluzione di un rettangolo attorno ad un asse parallelo ad uno dei suoi spigoli: si fa coincidere quest'asse con quello dell'elettrocalamita di Faraday. Quest'anello interrotto per un breve tratto si chiude alle due estremità con due tubi pieni com'esso del liquido da cimentare; l'estremità opposte di questi tubi sono occupate da larghi elettrodi destinati a portarvi il contatto. Si congiungono gli elettrodi ai poli di una serie di accumulatori e si osserva l'intensità della corrente mediante un galvanometro Despretz-D'Arsonval posto in derivazione sopra una debole resistenza presa nel circuito. Appena si stabilisce il campo magnetico la resistenza dell'anello liquido aumenta.

BECQUEREL H. *Sulla dispersione anomala del vapore di sodio incandescente e sopra alcune conseguenze di questo fenomeno* (pp. 145-151). — L'A. espone uno studio delle curve date dall'esperienza da lui istituita [1]) mediante le quali si rileva il procedimento delle variazioni degli indici di rifrazione del vapore di sodio nella regione dello spettro che è profondamente alterata dal-

1) Nuovo Cimento, (4), t. 9, pag. 229.

Digitized by Google

l' assorbimento. In tal guisa ha trovato che due dispersioni anomali differenti dovute a ciascuna delle linee D_1 e D_2 si sovrappongono ed ha ideato un metodo per la misura degli indici di rifrazione inferiori all' unità. Infine l'A. ha constatato coll' esperienza che la birifrangenza prodotta dalla luce polarizzata a 45° dal campo non è che la conseguenza della sovrapposizione del fenomeno di Zeeman e della dispersione anomala.

DUSSAUD. *Sulla trasmissione dei suoni mediante i raggi ultravioletti* (pp. 171-172). — L'A. ha ripetuto l' esperienza della radiofonia, usando, in luogo dei raggi luminosi, i raggi ultravioletti agenti sul selenio attraverso una sostanza fluorescente.

LE BON G. *Sulle proprietà ottiche della luminescenza residua invisibile* (pp. 174-176). — La maggior parte dei corpi investiti dalla luce conservano durante un tempo assai lungo la proprietà di emettere radiazioni oscure costituite talvolta di elementi molto diversi. L' A. ha trovato che la luminescenza residuale data dagli schermi spalmati di solfuro di calcio, esposti alla luce solare per due secondi, ha compiuta la sua graduale dissipazione in 18 mesi. Inoltre mediante opportune esperienze l'A. ha stabilito che v' è identità completa fra la luce solare visibile e la luce assolutamente invisibile emessa dai corpi che hanno veduto la luce per un istante, e che tale luminescenza residuale si può conservare per molto tempo, ma finisce per essere completamente dissipata.

CROOKES W. *Sulla sorgente d' energia nei corpi radio-attivi* (pp. 176-178). — L'A. interpreta la continua emissione di energia, riscontrata da diversi scienziati nell' uranio, nel torio, nel rodio e nel polonio, ammettendo che questi corpi abbiano una struttura che permetta loro di riflettere l' urto delle molecole dell' atmosfera dotate di piccola velocità che le investono, mentrechè le molecole a movimento rapido spezzandosi sulla superficie di quei corpi, i quali adunque agirebbero come un vaglio atto a separare le due specie di molecole, dissiperebbero la loro energia cinetica sotto forma di radiazioni consimili a quelle del Röntgen.

PEROT A. *Sull' espressione dell' energia di un circuito e la legge dell' elettro-calamita* (pp. 235-237).

VILLARD. *Sull' azione chimica dei raggi X* (pp. 237-234). — L'A. ha accertato coll' esperienza che i raggi X e quelli di luce bianca hanno un' azione reciprocamente inversa per modo che gli uni indeboliscono l' azione prodotta dagli altri sulle sostanze rispettivamente sensibili.

MOREAU G. *Sulla torsione permanente ed il punto di ricalescenza dell' acciaio* (pp. 292-294). — L'A. ha trovato che a partire

Digitized by Google

da una certa torsione esercitata sopra un filo di acciaio, la torsione permanente T_r varia proporzionalmente alla torsione iniziale T_0. Inoltre confrontando dei fili di diametro differente, la differenza di queste due torsioni $T_0 - T_r$ è inversamente proporzionale al diametro d, dunque

$$T_r = T_0 - \frac{k}{d}.$$

Inoltre l'A. ha osservato che la costante k non può caratterizzare lo stato di un acciaio temprato e ricotto, perchè essa varia molto rapidamente in vicinanza del punto di ricalescenza e del punto di tempera massima; infine da questi fatti ha tratto un nuovo metodo di determinazione di questi punti.

COTTON A. *Birifrangenza prodotta dal campo magnetico, legata al fenomeno di Zeeman* (pp. 294-296). — L'A. ha ripetuto la esperienza da lui derivata da quella del prof. Righi [1]), studiando ora coi reticoli di Rowland la luce che emerge da una fiamma posta fra due nicoli all'estinzione, le cui sezioni normali sono a 45° sulle linee di forza di un campo magnetico, quando esso agisce. L'A. ha ritrovato vari resultati del prof. Righi, del Becquerel e del Voigt. Le sue ricerche relative alla birifrangenza sono concordi coll'interpretazione del Becquerel: « che le vibrazioni parallele e perpendicolari al campo magnetico avendo dei massimi di assorbimento distinti, hanno delle curve di dispersione anomala distinta; che inoltre il senso delle rotazioni e l'andamento particolare della curva di dispersione rotatoria nell'esperienza di Macaluso e Corbino possono essere preveduti mediante la semplice considerazione di due vibrazioni circolari inverse ».

LE BON G. *Sulla trasparenza dei corpi opachi per le radiazioni luminose di grande lunghezza d'onda* (pp. 297-300). — Proseguendo le sue ricerche sulle radiazioni di natura molto varia da lui designate col nome di *luce nera*, l'A. è stato condotto a constatare che i corpi reputati più opachi sono al contrario molto trasparenti per delle radiazioni di grande lunghezza d'onda e che è possibile e facile di fotografare colla camera oscura, in pochi secondi degli oggetti chiusi in scatole molto opache, attraversando, ad es., lamine di ebanite, di acajou, di cloruro di argento, di quarzo affumicato ecc.

SAGNAC G. *Emissione di differenti raggi molto diversamente assorbibili nella trasformazione dei raggi X operata da uno stesso corpo* (pp. 300-303). — L'A. ha confermato coi metodi elettrosco-

1) Nuovo Cimento, (4), t. 8, p. 102 e t. 9, pag. 295.

Digitized by Google

pico e fotografico i resultati da lui già ottenuti circa la complessità dei raggi S e circa la filtrazione di essi operata dall'aria o da lamine sottili di mica e di alluminio.

E. CASTELLI.

Zeitschrift für Physikalische Chemie.

Vol. 28, N.i 1 e 2. 1899.

RICHARDS TH. W. e LEWIS G. N. *Alcune proprietà elettrochimiche e termochimiche delle amalgame di zinco e cadmio* (pp. 1-12). — Scopo del lavoro è di determinare la forza elettromotrice di pile del tipo:

Amalgama di zinco diluita
Solfato di zinco
Amalgama di zinco concentrata

variando le concentrazioni rispettive, fino al metallo puro, e operando a temperature differenti. I risultati sono riferiti alle due espressioni:

$$(1) \qquad E = \frac{R}{n e_0} T l u \frac{c_1}{c_2} = 0{,}000099\, T \log \frac{c_1}{c_2}$$

e

$$(2) \qquad \frac{dE}{dT} = \frac{E}{T} - \frac{Q}{n e_0 T}$$

dove nella (1) E è la f. e. m. osservata, R la costante dei gas, n la valenza del metallo che si studia in questo caso Q (Cd e Zn) e_0 la quantità di elettricità espressa in Coulomb che viene messa in movimento per ogni grammo-atomo; $\frac{c}{c_2}$ è il rapporto delle concentrazioni.

Nella (2) Q esprime il calore di amalgamazione per un numero n di grammi atomi (grammi equivalenti). L'espressione (2) è quella dell'Helmholtz per i coefficienti di temperatura dando ad essa la forma

$$E = \frac{dE}{dT} T + \frac{Q}{n e_0}$$

la quantità $\frac{Q}{n e_0}$ è costante e la costanza di Q è condizionata da $\frac{dE}{dT}$. Vale a dire la f. e. m. delle pile di questo tipo è una funzione lineare della temperatura.

A temperatura costante la f. e. m. dipende solamente dal rapporto delle concentrazioni c_1/c_2 non dai valori assoluti; questo

Digitized by Google

accordo esiste fino alla concentrazione di 3 %, al 9 % la concordanza non si verifica più. Tutto questo sarebbe d'accordo con la teoria delle soluzioni diluite.

Inoltre la f. e. m. è proporzionale alle temperature assolute tuttavia fra il calcolato e il trovato c'è sempre una differenza dal 1 al 3%; per la qual cosa diluendo una amalgama non si ha variazione di temperatura.

La quantità di calore che si sviluppa quando un grammoatomo di Cd (gr. 112,3) si scioglie in gr. 11100 e più di mercurio è di 505 picc. calorie, e per lo zinco (gr. 65,4 in gr. 6500 e più mercurio) è di 2255 picc. calorie.

WALD F. *Che cosa è un individuo chimico?* (pp. 13-16). — L'A. protesta contro l'asserzione del Tammann *(Zeitsch. phys. Ch.* 27, 323; *Centr. Blatt.* 98, II. 1079) di ritenere per tradizione una specie chimica ogni sostanza omogenea e che questa omogeneità è indipendente dallo stato fisico di essa. Dà dell'individuo chimico la seguente definizione: « Individui chimici sono fasi; un sistema di fasi si presentano con almeno una variabile indipendente, e in tutte le altre variazioni compatibili con l'assieme del sistema hanno una composizione costante ».

TAMMANN G. *Sulla viscosità dei liquidi soprafusi* (pp. 17-32). Col raffreddare un liquido si può aumentare così la sua viscosità da renderla superiore a quella della sostanza solida cristallina. Dal momento che nella trasformazione di una sostanza dallo stato liquido allo stato amorfo solido vi è una variazione uniforme nelle proprietà fisiche, ne consegue che le così dette sostanze amorfe solide non sono altro che liquidi sopraraffreddati. Mentre si ha un salto nella viscosità delle sostanze cristalline e delle stesse allo stato liquido. L'A. determina la viscosità secondo il principio di Stokes e Jones *(Philos. Mag.* (5), 37, 451, 1894) cioè determinando il tempo che una sfera di platino impiega ad attraversare il liquido in esame, oppure considerando il tempo che impiega un cilindretto metallico a muoversi in seno al liquido. Le sostanze impiegate sono: piperina, betolo, alfolo, peucedamina, cocaina, papaverina, zucchero di canna e di uva, brucina santonina, narcotina, alliltiourea, cloruretano, acido chinico. Il punto in cui un corpo comincia a potersi muovere in seno a queste sostanze soprafuse è circa 90° sotto il punto di fusione; per la santonina e narcotina ascende a 120°: per la brucina e lo zucchero di canna a 50°. Il coefficiente di dilatazione del betolo sia liquido che solido (vetroso) è lo stesso. La tensione superficiale varia uniformemente colla temperatura, aumenta all'abbassarsi di questa.

Digitized by Google

WAGNER JULIUS. *Reazione fra il permanganato potassico e l' acido cloridrico sotto l' influenza dei catalizzatori* (pp. 33-78). — L'A. fa una introduzione critico-storica di quanto fu fatto sulla titolazione del ferro col permanganato potassico. Riferisce l' interpretazione di Ostwald sulla natura della catalisi, intendendo per essa una accelerazione nelle trasformazioni chimiche dovuta alla presenza di piccole quantità di sostanze estranee che hanno una azione specifica ma non eguale in tutte le reazioni. Col cambiamento della velocità di reazione è collegato un cambiamento di energia che può consistere in una trasformazione del *grado di intensità* da un lato, e del *grado di capacità* (massa attiva) dall' altro, rispetto alle nuove sostanze presenti. Mette in dubbio l' asserzione di Ochs di considerare l' azione catalizzatrice come una trasformazione di potenziale, poichè il potenziale fra due sostanze è stabilito per determinate condizioni, e in questo caso si tratta della formazione di nuove sostanze. Passa a studiare le diverse specie di catalizzatori, tenendo conto delle quantità di permanganato potassico in più che viene trasformato qualora invece di adoperare una soluzione di HCl sola, si aggiunge a questa quantità determinate di differenti cloruri.

E si può concludere che oltre ai sali ferrosi e ferrici hanno una azione catalitica sul permanganato i sali del tipo Pt^{iv}, Cr^{iii}, Cd'', Au'' e nessuna azione invece i sali del tipo Cu'', Hg'', Mu'', Zn'', Co'', Ni''. È notevole come in ogni caso si separi dell'idrato di perossido di manganese, ad eccezione che nel caso della presenza del sale di Pt e Au. Per quanto riguarda la presenza dei sali di manganese i risultati sono coincidenti con quelli di Fresenius, Kessler e Zimmermann. Il solfato agisce più rapidamente del cloruro e ciò perchè il solfato di manganese che si forma dal sale di manganese e dal permanganato potassico, meno rapidamente cede l' ossigeno di quello che non ceda il corrispondente cloro. Per quanto riguarda alla concentrazione dell' acido solforico essa non ha influenza nella reazione. È invece assai differente e non sottoposto ad una regola precisa la quantità di permanganato che si consuma per differenti concentrazioni dell'HCl. In generale occorre assai più permanganato dal teorico. Per soluzioni concentrate di HCl si hanno lo stesso, valori più elevati, ma però variano più regolarmente con la concentrazione dell' acido.

Nella titolazione del ferro, e acido ossalico in soluzione cloridrica la presenza di cloruro di Mg, e di Ba, determina un consumo maggiore di permanganato potassico che arriva fino al 45 %. L' azione acceleratrice di alcuni cloruri nella reazione tra il permanganato potassico e l' acido cloridrico viene dall' A. attribuita

Digitized by Google

alla rapida ossidabilità (decomposizione) dell'acido clorometallico che si forma e si suppone esistere in soluzione, ritornandosi poi al cloruro del metallo corrispondente. Questo specialmente per il $CdCl_4$; quanto al $PtCl_4 5H_2O$ l'azione è meno rapida e ciò per la non completa decomposizione del composto che riforma, come sarebbe dimostrato da alcune misure di intensità della corrente che con crescente differenza di potenziale si fa attraversare una soluzione di HCl addizionata di H_2PtCl_6. Per mezzo poi dell'abbassamento del punto di congelamento l'A. crede di poter stabilire l'esistenza di veri composti complessi dell' HCl con $CdCl_2$. Egli chiama poi pseudo catalizzatori quelle sostanze che pur determinando un aumento nell'esito finale della reazione pure non l'accelerano.

SCHREBER K. *Contributo sperimentale alla teoria della pressione osmotica* (pp. 79-98). — L'A. si propone di vedere se la teoria cinetica dei gas si può estendere alla interpretazione della pressione osmotica. Egli suppone che come in un gas p. e. nell'aria un movimento brusco di una parte di essa determina una pressione (pressione determinata dal vento) così se in seno ad una soluzione si determina per una parte sola delle molecole un cambiamento della velocità, si deve stabilire una pressione in certo qual modo analoga a quella determinata dal vento. Esperimentalmente egli crede di giungere a ciò adoperando degli elettroliti. $CuSO_4$; $Cu(NO_3)_2$; K_2SO_4; $Zn(NO_3)_2$. Se in una soluzione di un elettrolita si interpone una membrana semipermeabile e attraverso alla soluzione si fa passare una corrente elettrica perpendicolarmente alla membrana stessa la velocità dei cationi nella loro direzione viene aumentata, e nell' unità di tempo la membrana è battuta da una parte con un maggior numero di urti che dall'altra, così si dovrà stabilire una differente pressione osmotica che sarebbe dovuta a questo aumento della velocità degli ioni. L'A. sviluppa una formula che esprime da un lato la relazione fra la pressione (dovuto all'aumento di velocità degli ioni, e la differenza di potenziale) e dall'altro esprime la porzione di pressione determinata dagli ioni liberi sulla membrana. Le esperienze le eseguisce con un apparato analogo a quello del Pfeffer modificate in modo da poter mandare una corrente elettrica attraverso la soluzione. Esiste una certa proporzionalità fra l'aumento di pressione e la differenza di potenziale, ma l'influenza sulla pressione dovuta agli ioni è assai differente per ogni cellula. I risultati ottenuti confrontati con quelli calcolati sono assai differenti tanto che l'A. non ammette che la teoria cinetica dei gas si possa estendere alla pressione osmotica.

Digitized by Google

TAMMANN G. *Osservazioni del sig. F. W. Küster sopra la velocità di cristallizzazione* (pp. 96-98). — (V. *Ztschf. phys. chm.* 25, 480; 27, 228; *Centr. Blatt.* 98, I, 979, II, 1077). — L'A. risponde ad alcune osservazioni fatte dal Küster che non ammetteva essere possibile la cristallizzazione qualora le superfici di contatto dei cristalli e della soluzione sono alla temperatura di fusione della sostanza. L'A. crede che ciò sia contrario al principio d'equilibrio. Quanto alla formula di correzione del Nernst e Abegg per la determinazione del punto di congelamento delle soluzioni non può prendersi qui in considerazione, poichè il termometro misura la temperatura della massa liquida e non quella della superfice dei cristalli di ghiaccio che si separano.

GOODWIN H. M. e BURGERS GEORGE K. *Sopra la pressione osmotica di alcune soluzioni eteree, e loro relazione colla legge di Boyle e van 't Hoff* (pp. 99-114). — Il lavoro si riduce a calcolare la pressione osmotica della naftalina, benzofenone e della difenilamina in soluzione eterea alla temperatura di 120°, dalla tensione di vapore di queste soluzioni. Le concentrazioni andavano da N/10 alle N a cui corrisponderebbe una pressione osmotica compresa fra una e 25 atmosfere. Dalle variazioni del prodotto PV con la pressione gli Autori deducono che queste sostanze si comportano come gas facilmente comprimibili. Ciò specialmente per il benzofenone e un po' meno per la naftalina. Per la difenilamina il prodotto PV diminuisce fino a circa 18 atmosfere, dopo di che diviene abbastanza costante. Mentre l'azobenzolo esaminato dal Noyes e Abbot si comporterebbe come un gas permanente.

BARMWATER F. *Sulla natura della pressione osmotica* (pp. 115-144). — L'A. suppone che la pressione osmotica sia dovuta ad una attrazione che si stabilisce fra le molecole della sostanza disciolta e il solvente. Cosicchè una sostanza solida o liquida sciolta nel solvente determina un nuovo liquido in cui non si può supporre altra mobilità delle molecole che quella caratterizzata dal liquido stesso, senza essere necessario di imaginare che le molecole della sostanza sciolta si muovano liberamente come per i gas.

Egli estende alle soluzioni la formula del Van der Waals dove a è la costante di attrazione fra le molecole del corpo sciolto e le molecole del solvente. Applica la sua teoria alle pressioni osmotiche calcolate dai risultati dell'Abegg ottenuti con il punto di congelamento e trova un accordo soddisfacente. Per le soluzioni diluite degli elettroliti l'A. sviluppa una formula che coincide con quella di Kohlrausch per la conducibilità elettrica μ, data dalla

Digitized by Google

formula di interpolazione $\mu = A - Bv\frac{1}{3}$. Per le soluzioni concentrate i valori calcolati e trovati non vanno d'accordo.

Il fatto che per gli elettroliti deboli vale la legge della diluizione mentre per i forti non vale, l'A lo attribuisce nel primo caso alla presenza di molecole doppie che in principio in parte subiscono la dissociazione elettrolitica, mentre nel secondo caso le molecole semplici sono o alcune o tutte dissociate. Nell'ordinaria dissociazione non è aumentato il movimento progressivo degli ioni, ma quello rotatorio; il che non influisce sul prodotto RT rispetto alla pressione osmotica. Nella dissociazione elettrolitica invece gli ioni hanno aumentato il movimento progressivo, e il prodotto RT aumenta rispetto al grado di dissociazione.

COHEN ERNST. *Sulla velocità di inversione in soluzioni acquose alcooliche* (pp. 145-153). — L'A. determina la velocità di inversione dello zucchero di canna per mezzo dell'HCl, in soluzioni acquose-alcooliche. La velocità di inversione con soluzioni da $^1/_{32}$ fino a $^1/_{128}$ N di HCl in acqua che contiene il 50 % di alcool è costantemente i $^2/_3$ della corrispondente velocità per soluzioni acquose. L'abbassamento della velocità di inversione nelle soluzioni alcoolico-acquose l'A. lo attribuisce all'influenza del « solvente ». Con soluzioni $^1/_2$ fino $^1/_{16}$ N di HCl il rapporto va da 1,21 fino a 1,42. Così il rapporto fra le velocità d'inversione in soluzione acquosa e alcoolico-acquosa aumenta in principio colla diluizione fino a raggiungere un valore limite che sarebbe in questo caso 1,48.

WAGNER JULIUS. *Intorno alla misura volumetrica dei liquidi e alla preparazione delle soluzioni normali* (pp. 193-220). — L'A. studia gli errori possibili nell'analisi volumetrica inerenti alla misura negli apparecchi graduati e che dipendono sia dalla temperatura, sia dalla natura dell'apparecchio (se buretta, pipetta o pallone graduato) sia dall'aderenza del liquido alle pareti o dalla sua densità; e in fine nella preparazione delle soluzioni normali determina gli errori possibili di pesata e quelli dovuti all'impurezza delle sostanze. Riguardo alla temperatura se l'apparecchio è stato graduato a 15° dà i seguenti numeri di correzione per $^0/_{00}$ per le temperature:

16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°
0,1	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	1,7	1,9.

NOYES ARTUR A. *Relazione fra lavoro osmotico e pressione osmotica* (pp. 220-224). — L'A. riferendosi ad un lavoro in collaborazione del signor Abbot (*Ztsch. phys. Ch.* 23, 60) sulla pressione osmotica e tensione di vapore discute la questione che

Digitized by Google

piccolissime variazioni nella concentrazione possono dar origine ad un ciclo chiuso di trasformazioni. Per dedurre le relazioni fra la pressione osmotica e la tensione di vapore basta determinare le isoterme del ciclo che consiste nel far uscire da un recipiente a pareti semipermeabili una determinata quantità di solvente, questo si trasforma in vapore, il vapore si dilata finchè la sua tensione è eguale alla tensione del vapore della soluzione e finalmente lo stesso vapore alla stessa pressione si condensa e si mescola con la soluzione. Per piccole concentrazioni le variazioni di volumi diventano trascurabili e la pressione osmotica è proporzionale al lavoro, per soluzioni concentrate bisogna tener conto del coefficiente di compressibilità. Il coefficiente di compressibilità dell' acqua a 0° è dato dal numero 0,00005.

Von HEMPTINNE A. e BEKAERT A. *Sulla velocità di reazione* (pp. 225-240). — Gli A. si propongono di studiare l' influenza del solvente sulla velocità di reazione. Determinano la velocità di reazione fra la trietilamina e il bromuro di etile, titolando con il nitrato di argento la quantità di bromuro della base ammoniacale che si forma. (I ioduri e bromuri della serie alifatica non si lasciano in questo modo titolare).

Le determinazioni le fanno con solventi puri e poi in mescolanze diversamente concentrate di questi solventi a due, a due. Dai valori ottenuti per ogni singolo solvente calcolano il valore che si dovrebbe avere per le mescolanze. I solventi adoperati sono il benzolo, xilolo, clorobenzolo, acetone, alcool benzilico, metilico, etilico, propilico. In generale ad eccezione che nell' alcool il bromuro di tetrametilammonio si separa in forma di cristalli. Nell'alcool resta disciolto. Per le mescolanze di acetone e benzolo i valori trovati per la velocità di reazione sono più grandi di quelli calcolati teoricamente, per il clorobenzolo e benzolo sono inferiori. Differenze assai maggiori si notano quando si introduce un alcool; la presenza dell' acqua aumenta assai la velocità di reazione. Per mescolanze di tre solventi i valori trovati e calcolati si differenziano assai. In generale queste mescolanze di tre solventi si comporterebbero come due; per es. i valori ottenuti per una mescolanza di $^1/_3$ di alcool $^2/_3$ di acetone e $^2/_3$ di xilolo corrisponderebbero alla mescolanza binaria:

$$^1/_3 \text{ alcool} + ^2/_3 \text{ (acetone + xilolo)}.$$

Il Menschuttkin che pure aveva fatte esperienze di velocità di reazione della stessa sostanza operava a 100°, gli A. operavano a 66°, in generale a 100° la velocità di reazione è di 36-62 maggiore di quella a 66°.

Digitized by Google

Ramsay W. e Travers M. W. *Preparazione e proprietà dell' argo puro* (pp. 241 250). — Considerando che in qualunque modo si ottenga l' argo, sia per assorbimento dell' azoto con il magnesio, o con lo scintillamento elettrico, o per diffusione frazionata dell' argo stesso attraverso setti porosi, o per distillazione frazionata dell' argo liquido si ottiene sempre un gas la cui densità è di 19,95 (peso atomico 39,88) gli A. sono indotti ad ammettere trattarsi di un unico elemento. Ora messo a confronto il peso atomico dell' argo con quello dell' elio che è = 4 la differenza è in numero tondo 36. Eguale differenza v' è fra il fluoro e manganese; cromo e ossigeno (36,3); vanadio e azoto (37,64); titanio e carbonio (36,4). Fra ogni due di questi elementi ce n' è un terzo che ha una differenza di circa 16 dall' uno e dall' altro. Così per analogia si può supporre che fra l' argo e l' elio vi sia un altro elemento il quale se è un gas mono atomico dovrà avere la densità di 10. Ma per quanto si tentò la diffusione frazionata dell' elio, ottenuto da tutte le sorgenti fino ad ora conosciute, e anche dell' argo non si riuscì mai ad avere un gas che si avvicinava a quella densità. Scopo degli A. è di preparare dell' argo purissimo e di stabilire alcune proprietà di esso. Descrivono e dànno lo schizzo dell' apparecchio che servì loro per preparare 15 l. di argo per i quali occorsero l. 1500 di aria e circa 5 kg. di magnesio. L' ossigeno era fatto assorbire dal rame, l' azoto dal magnesio e per facilitare notevolmente l' assorbimento, anche a temperatura non molto elevata (rosso incipiente) adoperavano magnesio in polvere mescolato con ossido di calcio privo di acqua e preparato dall' arroventamento in muffola del carbonato precipitato con un ultimo passaggio sull' ossido di rame e sulla mescolanza suddetta il gas veniva purificato dall' idrogeno e del rimanente azoto. L' argo così preparato fu fatto liquefare, e separato dal xenon, kripto, neon per ripetute distillazioni frazionate. L' argo così purificato ha una densità di 19,957 O = 16; il potere rifrangente determinato secondo il metodo di Rayleigh è di 0,9665. Il punto di ebollizione dell' argo secondo Olszewski è a — 187° quello dell' ossigeno a — 182° fino a questa temperatura l' argo si comporta come un gas normale.

Comparando un termometro ad argo con uno di idrogeno da + 100° a — 182° la relazione $RT = PV$ si mantiene costante per i due gas. Perciò l' argo anche in prossimità del punto di liquefazione non mostra di polimerizzarsi.

Rimbach E. *Sulla variazione del grado di rotazione degli elettroliti attivi in soluzioni acquose diluite* (pp. 251-256). — L' A. studia le variazioni del grado di rotazione di alcuni elettroliti con

Digitized by Google

la diluizione per vedere se le stesse differenze nelle curve di dissociazione per gli elettroliti forti e deboli si verificano anche nelle curve che esprimono la variazione del grado di rotazione. Ciò in appoggio alle odierne vedute sulla teoria delle soluzioni. Come elettrolito debole l'A. prende l'acido mandelico, la cui dissociazione, secondo la conducibilità elettrica, è per $v = 256$; 27,7 % e come forte elettrolita prende il suo sale sodico che per la stessa diluizione è dissociato il 90 %. Le diminuzioni del grado di rotazione colla diluizione del sale e dell'acido vanno nello stesso senso del loro grado di dissociazione dimostrando questo che per soluzioni diluite di elettroliti le variazioni nel grado di rotazione dipendono solamente dal grado di dissociazione.

Palmaer Wilhelm. *Determinazione per via chimica della variazione di concentrazione negli elettrodi a goccia* (pp. 257-279). — Secondo la teoria di Nernst la differenza di potenziale che si stabilisce negli elettrodi a goccia dipende da una diminuzione nella concentrazione della soluzione del sale di Hg vicino all'elettrodo gocciolante e un aumento vicino alla parte gocciolata. Questo fu dimostrato con misure elettriche in un altro lavoro dell'A. (*Ztsch. phys. Ch.* 25, 265). Ora l'A. si propone di dimostrare per via chimica lo stesso fenomeno, determinando per mezzo di reagenti la concentrazione all'uno e all'altro elettrodo. Egli determina il Hg per mezzo dell' H_2S col metodo colorimetrico, e l'acido nitrico con una soluzione titolata di indaco. Per aumentare le differenze nella concentrazione della soluzione l'A. costruì un tubo a fessure molto sottili delle quali ne fece 102 e il mercurio era spinto fuori con una pressione di 5 atmosfere, in modo che in un minuto gocciolavano circa 300 gr. di Hg in seno ad una soluzione 0,0005 norm. di nitrato di mercurio.

Descrive e dà la figura dell'apparato per raccogliere la soluzione intorno all'elettrodo a goccia, e separatamente quella che circonda l'elettrodo di mercurio già gocciolato.

Quanto riguarda la questione se altri anioni oltre l' NO'_3, i quali sono presenti come l' OH' e HCO'_3 (quest' ultimo derivante dall'acido carbonico dell'aria) fossero trasportati dal mercurio gocciolante, dai risultati ottenuti l'A. è indotto ad ammettere che solamente i nitrioni NO_3 sono trasportati. La durata di 1 minuto è sufficiente per stabilire una differenza nella concentrazione la quale va da 0,42 da un lato a 2,0 all'altro. Così è dimostrato per la prima volta chimicamente che il trasporto degli ioni si effettua per il solo contatto del metallo con un elettrolita senza bisogno di chiudere il circuito esterno.

Digitized by Google

Le esperienze esposte dall'A. non portano naturalmente nessuna prova decisiva contro la teoria di Warburg sui fenomeni di elettrocapillarità, e confermano ancora una volta la teoria di Nernst sulla tensione elettrolitica di soluzione.

SCHENCK RUDOLF. *Ricerche sui liquidi cristallini* (pp. 280-288). Due sono le interpretazioni che si danno dei liquidi anisotropi, una dovuta al Lehmann che considera i corpi anisotropi come liquidi cristallini, veri e proprii individui chimici; e l'altra di Quincke che suppone invece degli aggregati di piccoli cristalli circondati da un invisibile straterello di liquido di natura diversa. Ora un mezzo per decidere della questione è quello di determinare la temperatura di trasformazione dalla forma anisotropa in quella isotropa, determinando anzitutto quale è l'influenza delle impurezze e cercando di eliminarle completamente. L'A. come materiale sperimentale adopera il p. azoxianisolo che si presta assai bene per la sua facile purificazione e separazione da qualsiasi altra impurezza.

A 116° incomincia la trasformazione nella forma solida, a 134° incomincia la trasformazione nel liquido isotropo.

Sopra i 134° si ottiene una sostanza fusa che può essere filtrata e separata dalle sostanze in sospensione. Ritornando a raffreddare alla temperatura di trasformazione una parte della modificazione anisotropa si separa e si raccoglie al fondo, la parte liquida chiara soprastante si può levare con una pipetta antecedentemente riscaldata. Le impurezze si raccolgono nel liquido soprastante, e la modificazione anisotropa è affatto priva di impurezze ed ha una temperatura di trasformazione costante, come l'A. ha provato per il p. Azoxianisolo che l'ottenne cristallizzato sia dall'alcool che dal cloroformio, e dall'acetone. A meno che non si faccia la supposizione che anche in questi casi si separino delle mescolanze eutettiche l'A. per l'azoxianisolo trova

per quello cristallizzato dall'	alcool	temp. di trasfor.	133,60
»	acetone	»	133,60
»	cloroformio	»	133,55

ciò avvalorerebbe l'asserzione del Lehmann.

La temperatura di trasformazione secondo Ostwald è assai vicina al punto critico, per determinarne la differenza l'A. determina il coefficiente di temperatura dalla relazione termodinamica $\frac{du}{dt} = c_1 - c$ dove u è il calore di trasformazione; c_1 il calorico specifico della sostanza liquida isotropa e c del liquido cristallino. Le quantità c_1 e c l'A. le determina con un calorimetro di

Digitized by Google

Schuller e Wartha. La differenza del punto di trasformazione dal punto critico Δ è data dall' espressione

$$u - (c_1 - c)\,\Delta = 0 \qquad \Delta = \frac{u}{c_1 - c}\,.$$

I valori trovati sono per c = da 0,53 a 0,62 e per c_1 da 0,37 a 0,38 le differenze notevoli per c sono dovute a errori sperimentali inevitabili. Perciò il valore di $\frac{du}{dt}$ è in un caso 0,16 calorie nell' altro 0,24 cioè il calore di trasformazione diminuisce per ogni grado di temperatura di 0,16 o 0,24 calorie.

La costante di depressione per il punto di trasformazione è $u = 4{,}22$, cosicchè la differenza dal punto di trasformazione al punto critico è

$$\Delta = \frac{4{,}42}{0{,}16} = 27{,}6^\circ \qquad \text{e} \qquad \Delta = \frac{4{,}42}{0{,}26} = 18{,}4^\circ\,.$$

Da questi dati si può determinare la pressione necessaria per ridurre coincidenti i due punti; sapendosi che per ogni grado di differenza occorrono 13,2 atmosfere ne consegue che la pressione è rispettivamente di 364,3 e 242,9 atmosfere perchè il punto di trasformazione coincida col punto critico.

Bakhuis Roozeboom H. W. *Intorno alla solidificazione di mescolanze liquide di corpi tautomeri* (pp. 289-301). — Le ricerche sono rivolte a dedurre graficamente dalla regola delle fasi i fenomeni di congelazione per mescolanze di sostanze tautomere; presupponendo che la trasformazione da un campo di reciproco equilibrio ad uno in cui non interviene alcuna trasformazione avvenga attraverso ad un campo di parziale equilibrio. Nota la posizione delle curve d' equilibrio e quelle del punto di congelamento per l' una o l' altra modificazione tautomera si possono dedurre tutti i fenomeni che avvengono a temperatura alta o bassa, per un riscaldamento breve o lungo, lento o rapido. Interessanti sono i due punti così detti eutettici dove si incontrano le curve di solidificazione, e il punto più basso delle curve che segna il campo di comune equilibrio.

Mc. Cheyne Gordon Clarence. *Potenziale di contatto fra i metalli e i sali fusi; dissociazione di questi* (pp. 302-312). — L'A. adopera pile del tipo:

Ag	x_1 Az NO_3 in y_1 $KNO_3 + y_1$ $NaNO_3$	x_2 Az NO_3 in y_2 $KNO_3 + y_2$ $NaNO_3$	Ag

Per il calcolo della differenza di potenziale applica la formula del Nernst: $E_1 - E_2 = \frac{RT}{n} \log \frac{c_2}{c_1}$.

Digitized by Google

Descrive e dà la figura dell'apparecchio adoperato cercando di diminuire le difficoltà che si presentano dovendo operare a temperature elevate. Due tubi di vetro ripiegati inferiormente all'insù e un po' rigonfiati in questa piegatura, che contengono rispettivamente le mescolanze diversamente concentrate e il filo di argento in esse infitto costituiscono gli elettrodi. Questi sono messi in comunicazione mediante una mescolanza fusa al 10 % di $AgNO_3$ in parti eguali di $NaNO_3$ e KNO_3. Il tutto è chiuso entro una grande provetta di vetro circondata dai vapori di chinolina e difenilamina. Le concentrazioni agli elettrodi andavano da 0,1 % al nitrato di argento puro. La concentrazione volumetrica molecolare era calcolata dalla densità della mescolanza alla temperatura di 236°. La conducibilità del vetro non aveva influenza sui risultati. Per le pile in cui la concentrazione era rispettivamente di 0,1 % e 1 % di $AgNO_3$, la forza elettromotrice diminuiva assai rapidamente dal valore iniziale, indicando ciò una reazione fra il metallo e l'elettrolito. Del resto i valori trovati coincidono con grande approssimazione con quelli calcolati dalla teoria osmotica, così il nitrato di argento già alla concentrazione del 10 % sarebbe completamente dissociato. Per concentrazioni elevate l'accordo non è così soddisfacente. Per queste concentrazioni però la dissociazione non è completa. Per la concentrazione del 50 % il grado di dissociazione del $AgNO_3$ ascende al 0,69 % e per il $AgNO_3$ fuso sarebbe 0,58 %. Pile del tipo

$$Zn \mid ZnCl_2 — (Az\,Cl \text{ in } ZnCl_2) \mid Az$$

e analogamente per il $ZnBr_2$ e AgBr non si hanno valori costanti.

Richard William Theodor e Curchill Jesse Briggs. *Le temperature di trasformazione di sistemi complessi come punti fissi nella termometria* (pp. 313-316). — È una nota preliminare per reclamare la priorità del lavoro sui signori Meyerhoffer e Saunders. Contemporaneamente gli A. dànno alcune temperature di trasformazione di sali cristallizzati così per il

	Termometro a mercurio	Termometro a idrogeno
Cromato sodico . . .	19,71	19,63
Solfato » . . .	32,484	32,379
Carbonato » . . .	35,3	35,2
Iposolfito » . . .	48,0	47,9
Bromuro » . . .	50,8	50,7
Cloruro di manganese .	57,8	57,7
Fosfato trisodico . . .	73,4	73,3
Idrato di bario. . . .	78,0	77,9

Questi numeri vanno riconfermati da ulteriori più accurate ricerche, essendosi gli A. limitati a stabilire se questi punti

Digitized by Google

sono costanti, e non se sono i valori assoluti. A questi sali gli A. aggiungono per ($NaCl\,2H_2O$) il valore -10^0 e per $SrCl_2$ 615°. Per quanto riguarda il sistema $Na_2SO_4\,10\,H_2O\,NaCl$ dato dai signori Meyerhoffer e Saunders esso quantunque teoricamente giusto non dà risultati pratici soddisfacenti essendo che per il riscaldamento si ha la soluzione del sale sodico la fusione del solfato e la separazione dell'anidride, processi che non avvenendo contemporaneamente vanno tutti a gravitare sulla temperatura di trasformazione.

ARRHÈNIUS SVANTE. *Per la teoria della velocità di reazione* (pp. 317-335). — L'A. fa un esame critico di ciò che riguarda la velocità di reazione in relazione a tutti i fattori che possono influire su di essa come per es. l'aumento delle sostanze reagenti, l'aggiunta di sali neutri, la variazione della temperatura, della pressione osmotica, della concentrazione della soluzione, dell'azione catalitica, la influenza del grado di dissociazione, e per la presenza di notevoli quantità di un non elettrolito come per esempio alcool.

A proposito di questo l'A. crede ingiusta l'asserzione del Cohen *(Zeitsch. phys. Chem.* 25-43) il quale dubitava che non fossero esatti i valori per il grado di dissociazione determinato dalla conducibilità elettrica, essendo che questi non andrebbero d'accordo con la velocità di reazione. Ma per le soluzioni che contengono una notevole quantità di sostanza estranea non si deve prendere solamente in considerazione il numero degli idrogenioni liberi, ma anche la pressione osmotica dello zucchero (nel caso del Cohen) dell'etere che si forma ecc., e indicando con Pa la pressione osmotica delle particelle attive e Pi quella delle particelle inattive allora si può considerare $Pa = KPi$ dove K è una quantità variabile colla temperatura, colla pressione e colla composizione del liquido.

L'A. contraddice pure l'asserzione del van Laar che pure metteva in dubbio l'esattezza del valore (grado di dissociazione) determinato dalla conducibilità elettrica, per il fatto che questo non va d'accordo con i valori calcolati dal calore di soluzione, e ciò specialmente per alcuni sali d'argento di acidi grassi. L'A. calcolando dalla formula del van 't Hoff la variazione del valore α colla concentrazione deduce dal calore di soluzione dell'acetato — proprionato — isobutirrato d'argento dei valori che coincidono con quelli trovati sperimentalmente.

Van AUBEL EDM. *Sopra la conducibilità termica dei liquidi* (pp. 336-341). — L'A. mette in relazione i valori trovati dal Charles H. Lees con la relazione data dal Weber

$$\frac{K}{c\rho}\sqrt[3]{\frac{m}{\rho}} = \text{costante} = E$$

Digitized by Google

in cui K è la conducibilità termica, c calore specifico, ρ la densità e $\sqrt[3]{\frac{m}{\rho}}$ la distanza media delle molecole dei liquidi. I risultati rispondono assai bene per l'acqua, acido acetico, glicerina se per K si prendono i valori dati dal H. F. Weber, non si ha coincidenza se si prendono come base i valori del Lees. Il valore di E varia assai con la temperatura. Il valore di E per l'alcool è assai basso.

KUENEN J. P. e ROBSON W. G. *Solubilità reciproca dei liquidi. Tensione di vapore e punto critico delle mescolanze* (pp. 342-365). — L'esperienze degli A. si riferiscono all'equilibrio fra la fase di vapore e liquida, di due liquidi che non si mescolano in tutte le proporzioni che per determinate temperature; e ciò specialmente in riguardo alla pressione di equilibrio di alcune di queste miscele a temperature differenti, e ai fenomeni che intervengono al punto critico.

La reciproca solubilità di due liquidi varia notevolmente con la temperatura, in generale aumenta con essa, e le due fasi si avvicinano così da diventare identiche. Al di sopra di questa temperatura i due liquidi sono miscibili in tutte le proporzioni. Le relazioni fra la temperatura e la composizione dei liquidi sono espresse da curve che gli A. chiamano curve di solubilità, le quali danno per ogni temperatura la fase d'equilibrio dei due liquidi. Secondo il Rothmund esistono due punti critici, uno superiore e uno inferiore, (uno a temp. elevata e l'altro a bassa temp.) fra questi due punti i liquidi possono stare separati. La pressione non ha che una influenza trascurabile sull'equilibrio. Per mescolanze di etano-alcool etilico; oppure propilico, isopropilico, e butilico la curva di solubilità è realizzabile fra i due punti critici, questo campo diventa tanto più piccolo quanto più aumenta il peso molecolare. Per l'alcool metilico il punto critico inferiore non fu raggiunto. Per mescolanze di etere e acqua il punto critico fu raggiunto a 201°. Le impurezze hanno una grande influenza sui fenomeni al punto critico.

Le esperienze sono fatte in tubi speciali da poter misurare la pressione e la temperatura; quando si è raggiunto il punto critico lo strato di separazione dei due liquidi sparisce rapidamente. SALVADORI.

Wiedemann's Annalen. Vol. LXIV N. 3 1898.

KOHLRAUSCH L., HOLBORN L. e DIESSELHORST H. *Nuovi dati su la conducibilità degli elettroliti* (pp. 417-455). — Le misure relative alla conducibilità degli elettroliti si sono fatte finora riferendole all'unità Siemens e alle determinazioni di Werner Siemens. Gli A. comunicano alcuni dati fondamentali, che per la

Digitized by Google

loro attendibilità dovrebbero in avvenire impiegarsi come termini di confronto. Posto $K = \frac{l}{q}\frac{1}{w}$, dove l è la lunghezza, q la sezione, w la resistenza in « ohms internazionali » di un corpo prismatico, si trovano, per la temperatura di 18° i dati seguenti:

	k
Acido solforico, dens. 1,223	0,7398
Soluzione di solf. di magn., dens. 1,190 .	0,049230
Soluzione satura di sal di cucina . . .	0,21605
Soluzione normale di cloruro di potassa .	0,09822

Gli A. comunicano ancora i coefficienti di correzione, che si dovrebbero applicare a molte misure precedenti.

JAEGER W. e KAHLE K. *Dati su l'unità di resistenza dell' Istituto fisico tecnico imperiale* (pp. 456-485). — Gli A. si sono occupati di costruire alcuni campioni di resistenza, prendendo come base la definizione dell'ohm internazionale, data dal congresso di Chicago. È impossibile riassumere in breve tutte le norme e le correzioni minute, delle quali si tenne conto in questo lavoro. Accenno soltanto che la memoria è divisa in due parti: nella prima si tratta della calibrazione dei tubi, della misura della loro lunghezza, del riempimento e della pesatura del mercurio. Nella seconda parte poi sono indicati i processi, mediante i quali i campioni così costruiti furono paragonati fra loro e con alcune resistenze di filo di manganina.

ABEGG R. *Su le determinazioni del punto di gelo delle soluzioni diluite e i loro rapporti con la teoria* (pp. 486-506). — È una rivista critica assai sottile dei lavori pubblicati in questi ultimi anni su l'argomento. Alcuni di tali lavori sarebbero affetti da errori sistematici, per la trascuranza di certe precauzioni; in misure di questo genere ha infatti un'influenza non trascurabile anzitutto la temperatura del bagno refrigerante, poi la quantità di calore svolta dagli agitatori. Inoltre conviene battere leggermente, di quando in quando, il termometro per essere sicuri che l'indice segni le piccole variazioni della temperatura.

Le esperienze di Jones, di Loomis sarebbero affette da simili errori, mentre sembrano meglio condotte quelle di Wildermann, di Ponsot e le recenti di Raoult.

Le ricerche più accurate sono anche quelle che si accordano meglio con la teoria di van 't Hoff e di Arrhenius.

A questo proposito osserva l'A. che le misure di tensione di vapore pubblicate dal Dieterici *non* si possono invocare come un argomento contro le leggi teoriche, perchè codeste determinazioni sono suscettibili di una precisione assai minore che non siano quelle del punto di gelo.

Digitized by Google

DAHMS A. *Calore di separazione nelle soluzioni, abbassamento del punto di gelo, solubilità* (pp. 507-518). — Per *calore di separazione* intende l'A. il calore che si svolge in una soluzione quando, per una causa qualunque, uno dei componenti si separa in tutto o in parte. Sarà p. e. calore di *condensazione*, di *solidificazione*, di *precipitazione*, ecc. La memoria, di indole prevalentemente teorica, e quindi male adatta ad un breve riassunto, si occupa di riconoscere fino a che punto le formole ricavate per le soluzioni diluite convengano alle concentrazioni un po' grandi.

WIEDEBURG O. *Terza memoria sopra i processi irreversibili* (pp. 519-548). — Lavoro di interesse esclusivamente matematico, del quale non si potrebbe dare un'idea in poche parole.

BUCHERER A. H. *Su la pressione osmotica* (pp. 549-554). — L'A. cerca di sostituire alla relazione empirica data da Raoult per l'abbassamento della tensione di vapore delle soluzioni una formula dedotta teoricamente. Questa però si accorda male con i resultati delle esperienze del Dieterici.

LUMMER O. e PRINGSHEIM E. *Determinazione del rapporto k dei calori specifici per alcuni gas* (pp. 555-583). — Se un gas perfetto passa adiabaticamente dalla pressione p_1 alla pressione p_2, la sua temperatura varia dal valore T_1 al valore T_2, fornito dalla formula:

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{k-1}{k}}$$

dove k è il rapporto dei calori specifici. Di qui si ricava:

$$k = \frac{\log \frac{p_1}{p_2}}{\log \frac{p_1}{p_2} - \log \frac{T_1}{T_2}},$$

si può dunque calcolare la k se, dall'esperienza, si conoscono le altre quattro quantità. Nelle esperienze degli A. un gas raccolto nello stato (p_1 T_1) si lascia diffondere liberamente nell'aria; si misura la pressione iniziale, le due temperature e, la pressione atmosferica.

La p_1 veniva determinata con due manometri ad acido solforico e a mercurio, la p_2 con un barometro di Sprung, la T_1 con un termometro diviso in decimi di grado e la T_2 finalmente con un bolometro.

I risultati principali sono questi:

	k		k
Aria	1,4025	Idrogeno	1,4084
Ossigeno	1,3977	Anidride carbonica	1,2995.

RUBENS H. e ASCHKINASS E. *Osservazioni su l'assorbimento e l'emissione del vapore d'acqua e dell'anidride carbonica nello spettro ultrarosso* (pp. 584-601).

Digitized by Google

RUBENS H. e ASCHKINASS E. *Su la trasparenza di certi liquidi per i raggi termici di grande lunghezza d' onda* (pp. 602-605). — La nostra atmosfera assorbe completamente i raggi della lunghezza d' onda di 24,4 μ, che s' ottengono facendo riflettere più volte su lastre di fluorite la radiazione di una lampada di Lindemann; questi raggi mancano quindi nella radiazione del sole, quale noi la riceviamo.

Viceversa essi passano in gran parte attraverso a certi liquidi, come il benzolo e il solfuro di carbonio. Per le particolarità delle esperienze si consulti la memoria originale; ciò che vi è di più notevole nella disposizione adottata dagli A. è l' impiego di una pila termoelettrica lineare sensibilissima, per lo studio dell'energia raggiante.

WIEDEMANN E. e WEHNELT A. *Sopra i punti nodali che si formano in un fascio di raggi catodici per l' azione delle forze magnetiche* (pp. 606 610). — Se di fronte ad un catodo piano si colloca un polo magnetico, i raggi catodici emessi, si deformano secondo certe leggi, che furono trovate teoricamente dal Poincaré, partendo dall' ipotesi del Crookes. Avviene cioè che i singoli raggi avvolgendosi a spira, tutta l' apparenza luminosa prende la forma come di un rosario, nel quale i grani fossero uno a contatto dell' altro. Queste conseguenze, ed altre più minute, relative al modo in cui si modifica il fenomeno, variandone le condizioni, ricevono dal lavoro dei signori Wiedemann e Wehnelt una conferma assai soddisfacente.

AUERBACH F. *Su le diminuzioni di resistenza prodotte dalle oscillazioni elettriche ed acustiche* (pp. 611-617). — È noto il fenomeno dell' azione che le onde elettromagnetiche esercitano sopra i tubi a limatura, fenomeno del quale furono date parecchie spiegazioni differenti. Fra tutte l'Auerbach mette principalmente in luce una ipotesi *meccanica*, che farebbe dipendere il funzionamento del coherer da particolari deformazioni, che subirebbero nel campo elettromagnetico le particelle della limatura.

Ora in appoggio di questo modo di vedere può citarsi il fatto che, con azioni puramente meccaniche, è possibile ottenere degli effetti in tutto simili a quelli che si osservano nelle esperienze del Branly e del Lodge.

I coherers dell'A. erano formati, in generale, di due sferette dello stesso metallo (zinco, acciaio, ecc.) in contatto una con l'altra, e l' eccitazione si faceva per mezzo di un diapason. È necessario che il diapason riposi con la sua cassetta su lo stesso tavolo, dove si trova il coherer; perchè le onde trasmesse dall'aria non esercitano un' azione sensibile.

Quando in questo modo si è abbassata la resistenza del contatto, si può riportarla al valore primitivo percotendo leggerm. l'apparecchio.

Digitized by Google

I colpi disordinati e i rumori non danno fenomeni così chiari come il suono del diapason, spesso anzi producono degli aumenti di resistenza.

QUINKE G. *Su la tensione superficiale dell' oro puro* (pp. 618-619). — Polemizzando col Heydweiller, l'A., richiama che, secondo certe sue determinazioni, delle impurità anche piccole possono alterare notevolmente la tensione superficiale dei metalli mobili.

DORN E. *Su la visibilità dei raggi del Röntgen* (pp. 620-622). — La visibilità pei raggi del Röntgen, trovata la prima volta da Dorn e Brandes fu contraddetta da diverse parti; in questo senso che alle apparenze luminose si attribuì un' origine fisiologica, per lo sforzo dell' accomodamento, o un' origine elettrica, indipendente dall' emissione dei raggi X. Il Dorn risponde vittoriosamente provando che un occhio trattato con omatropina, e quindi incapace di accomodarsi, ha le stesse impressioni che un occhio normale; e d' altra parte nessuno vede più nulla se il tubo a vuoto, percorso dalle scariche, è girato in modo che i raggi X non arrivino all' osservatore.

HESS A. *Reclamazione* (p. 623). — Contro il Braun, per il metodo di studio dei campi alternativi con l'impiego dei raggi catodici.

MARTENS F. F. *A proposito di un metodo per tracciare sul vetro delle graduazioni chiare su fondo scuro* (p. 624). A. GARBASSO.

Philosophical Magazine. Vol. 47, Aprile 1899.

CHREE C. *Vibrazioni longitudinali nei cilindri solidi e cavi* (pp. 333-349). — È una Nota di analisi, della quale non è possibile un breve riassunto.

WOOD R. W. *Alcune esperienze sui miraggi e sui tornados artificiali* (pp. 349-353). — Come è stato indicato da Everett (*Nature*, 19 Novembre 1874) la condizione necessaria per la formazione dei miraggi, in un' atmosfera stratificata, èche esista un piano d'indice di refrazione massimo, e che la densità ottica decresca, al di sopra e al di sotto di tal piano, in ragione diretta della distanza.

L'A. ha realizzato questa condizione artificialmente sovrapponendo l' uno all' altro tre strati liquidi in un lungo canale orizzontale. I liquidi usati sono: una soluzione concentrata di allume, acqua contenente il 10 per % di alcole, e un miscuglio di glicerina con 85 per % di alcole; quest' ultimo ha l' indice massimo e una densità intermedia agli altri due. Un raggio di luce che penetri quasi radente in questi liquidi, vi si propaga secondo una sinusoide, che è resa evidente aggiungendo poche goccie d'acido solforico e un po' di chinina ai tre liquidi, che divengono, così, fluorescenti.

I miraggi artificiali sono stati ottenuti dall' A. facendo passare un fascio di luce quasi orizzontale prima al di sopra di un

Digitized by Google

cartone ritagliato in modo da rappresentare una montagna con degli alberi ecc.; poi sopra un lungo strato orizzontale e ben piano di minuta sabbia, spolverata sopra lastre di metallo, scaldate da più lampade. Quando il riscaldamento è piccolo, tenendo l'occhio dalla parte opposta a quella d'onde viene la luce, si vede la cima della montagna ben netta, e aumentando la temperatura apparisce come un lago, sul quale si riflette il paesaggio.

I tornados si hanno e una lastra sulla quale è deposta della silice in polvere finissima (ottenuta calcinando quella gelatinosa) si scalda fortemente dal di sotto.

ROSE-INNES J. e YOUNG SIDNEY. *Sulle proprietà termiche del pentano normale* (pp. 353-367). — Gli A. hanno eseguito sul pentano normale le ricerche che furono già da uno di essi eseguite sull'isopentano (*Proc. Phys. Soc.* XIII, p. 602); ed hanno trovato che la stessa relazione

$$p = \frac{RT}{v}\left(1 + \frac{e}{v + k - g v^{-4}}\right) - \frac{l}{v(v+k)},$$

ove R, e, k, g ed l sono costanti, vale anche pel pentano normale, con la sola differenza che i valori di l son diversi pei due corpi.

WOOD R. W. *Applicazione dei reticoli di diffrazione alla fotografia dei colori* (pp. 368-372). — Se sul tragitto di un fascio luminoso, proveniente da una sorgente lineare, si dispongono un reticolo di diffrazione che abbia un discreto potere dispersivo e una lente, e si pone l'occhio nella regione dove si forma uno degli spettri laterali, la superficie intera del reticolo apparisce illuminata del colore corrispondente alla parte dello spettro in cui è posto l'occhio. Se in una porzione del reticolo la distanza fra le righe è diversa da quella che è nella rimanente, lo spettro formato da tal porzione sarà spostato rispetto a quello dell'altra e se l'occhio è situato nella regione dove i due spettri si sovrappongono, le porzioni corrispondenti del reticolo appariscono illuminate di colori diversi.

L'A. ha applicato ciò per ottenere fotografie coi colori naturali, eliminando l'uso di pigmenti e di schermi colorati, facendo in modo che la fotografia non sia nè più nè meno che un reticolo di diffrazione, con le righe scelte a distanze variabili nelle diverse parti della stampa, e tali che quelle diverse parti appariscano illuminate dei loro colori naturali, quando sono osservate nel modo sopra detto.

Si devono, a tale scopo, adoprare tre reticoli, con distanze tali fra le righe, che la dispersione che il primo produce nel rosso sia uguale a quella che il secondo produce nel verde e il terzo nel bleu.

Il metodo usato dall'A. consisteva da principio nel prendere tre negative attraverso schermi rossi, verdi e bleu nel solito modo,

Digitized by Google

e nello stampare con esse delle positive sopra vetri all' albumina che eran poi ricoperti di gelatina bicromatata e seccati all'oscuro. I tre reticoli (tracciati, o fotografati sul vetro) eran posti respettivamente su tali positive ed illuminati per 30 secondi colla luce solare o di una lampada ad arco, e poi lavati nell' acqua calda. Di poi tali positive erano stampate su tre lastre di vetro sottile sensibilizzate con gelatina bicromatata, e queste tre lastre, sovrapposte e situate di fronte ad una lente, ed illuminate da una sorgente lineare di luce, apparivano colorate coi colori dell' oggetto. In seguito però l'A. semplicizzò il procedimento, stampando successivamente le tre positive reticolate su una medesima lastra. Si ha così un' unica stampa, che presenta i colori naturali, e della quale si possono avere delle riproduzioni perfette.

L'A. indica pure il modo di ottenere colla fotografia, da un solo reticolo, i tre reticoli necessari nel procedimento su descritto.

Stoney G. J. *Denudazione e deposizione* (pp. 372-375). — A proposito di una lettura tenuta dal D.r Gregory, alla *R. Geogr. Society*, sulle cause che possono aver condotto alla forma attuale della terra, l'A. fa osservare che devesi tener conto anche delle alterazioni notevoli di livello che possono esser dovute alla compressibilità della crosta terrestre. Egli trova infatti che per tal cagione un denudamento che sia effettuato su una regione assai vasta, può esser causa che tal regione si sollevi per la diminuita pressione; come un deposito di materiali effettuato da un fiume, può determinare un abbassamento sufficiente a compensare lo strato deposto. Talchè se dagli spazi cosmici piovessero dei materiali, della densità delle roccie comuni, in modo da coprirla uniformemente, il volume della terra, anzichè aumentare, diminuirebbe.

Lord Rayleigh. *Sulla trasmissione della luce attraverso un' atmosfera contenente piccole particelle in sospensione, e sulla causa del color bleu del cielo* (pp. 375-384). — Calcolando l' assorbimento che l' atmosfera esercita sulla luce, l' A. trova che la diffrazione prodotta dalle molecole dell' aria potrebbe spiegare il color bleu del cielo, senza ricorrere alla presenza di piccole particelle sospese.

Lodge O. *Sull' opacità* (pp. 385-415). — È uno studio sulla trasmissione delle onde elettromagnetiche nei dielettrici imperfetti, e quindi dell' opacità di tali mezzi per la luce; ma non è possibile dare un breve sunto dei calcoli dell'A., che sono un complemento importante di quelli di Maxwell e di Heaviside. Questi calcoli si riferiscono anche alla trasmissione delle onde hertziane attraverso gli strati terrestri, e quindi interessano anche la telegrafia per induzione.

Thomson J. J. *Nota sulla Memoria del Sutherland sui raggi catodici* (pp. 415-416). — L'A. non crede accettabile l' ipotesi del Sutherland che i raggi catodici consistano di electrons immateriali perchè essa non serve a spiegare i fatti osservati da Lenard, e perchè richiede che una carica elettrica possa esistere indipendentemente dalla materia, ciò che non è, senz' altro, ammissibile.

A. Stefanini.

Digitized by Google

INFLUENZA DEL MAGNETISMO SULLE PROPRIETÀ TERMOELETTRICHE DEL BISMUTO E DELLE SUE LEGHE.

Ricerche sperimentali del Dott. G. SPADAVECCHIA [1]).

1. Con lo stesso metodo e con gli stessi apparecchi adoperati in altre mie ricerche [2]) sulle leghe di piombo e stagno, ho sperimentato questa volta sul bismuto e sulle sue leghe col piombo. Non faccio quindi che riportare i risultati sopra 15 leghe nelle quali le proporzioni del piombo variavano da gr. 0,034 % ad 80 %.

Nel seguente specchietto sono scritte in 1ª colonna le percentuali di piombo, nella 2ª le temperature della saldatura calda (essendo sempre a 0° C. quella della saldatura fredda) nella 3ª la f. e. m. in volta. Queste sono precedute dal segno + quando la lega è positiva rispetto al rame, dal segno — quando è negativa.

Percentuale di Pb	Temperatura	E
Bi puro	24,1	+ 0,00164
0,034 %	24,2	+ 0,00156
0,094 »	25,2	+ 0,00150
0,150 »	26,7	+ 0,00142
0,50 »	26,6	+ 0,00134
1,0 »	26,8	+ 0,00101
2 »	26,8	+ 0,000814
10 »	27,4	+ 0,000137
14 »	27,4	+ 0,000088
18 »	27,2	+ 0,000004
25 »	22,6	— 0,000169
33,3 »	22,3	— 0,000144
50 »	21,8	— 0,0000070
66,6 »	22,2	+ 0,0000500
75 »	22,0	+ 0,0000635
80 »	23,0	+ 0,0000690
Pb puro	22,4	+ 0,0000850

1) Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisica della R. Università di Pisa, diretto dal Prof. A. Battelli.

2) Nuovo Cimento, Serie 4, vol. 9, Giugno 1899.

Digitized by Google

La presente tabella indica senz' altro come varia la f. e. m. delle coppie col variare della quantità di piombo che entra nella lega.

Nelle seguenti riporto i risultati sotto l' influenza del magnetismo. Nella 1ª colonna è segnata l' intensità del campo magnetico in unità C. G. S., nella 2ª la f. e. m. E' della coppia nel campo magnetico espressa in volta, nella 3ª i valori di Ω che esprimono la variazione del potere termoelettrico sotto l' azione di quel dato campo alla temperatura dell' esperienza.

Sono contraddistinti con *(a)* e con *(b)* i due sensi della magnetizzazione nell' elettrocalamita.

Bismuto. — Ho ripetuto le esperienze col Bi puro ed ho trovato risultati, che, data la difficoltà delle esperienze, concordano discretamente con quelli trovati antecedentemente.

1. Bismuto puro.

Temp. 0° — 24°,1 C. E = 0,00164

Intensità del campo	E'	Ω
	(*a*)	
2045	0,00173	+ 0,0549
2790	0,00176	+ 0,0732
3500	0,00181	+ 0,1036
4230	0,00185	+ 0,1284
4510	0,00188	+ 0,1463
	(*b*)	
2045	0,00168	+ 0,0244
2880	0,00172	+ 0,0488
3440	0,00178	+ 0,0854
4175	0,00181	+ 0,1036
4560	0,00184	+ 0,1219

Digitized by Google

2. (0,034 % di Pb.).

Temp. 0° — 24°,2 C. E = 0,00156

I	E'	Ω
	(*a*)	
2045	0,00167	+ 0,0705
3045	0,00175	+ 0,1218
3560	0,00184	+ 0,1795
4300	0,00201	+ 0,2179
4598	0,00209	+ 0,2692
	(*b*)	
2045	0,00159	+ 0,0192
2980	0,00161	+ 0,0320
3560	0,00167	+ 0,0705
4260	0,00175	+ 0,1218
4575	0,00179	+ 0,1474

3. (0,094 % di Pb.).

Temp. 0° — 25°,2 C. E = 0,00150

I	E'	Ω
	(*a*)	
2045	0,00166	+ 0,1067
3045	0,00167	+ 0,1134
3400	0,00168	+ 0,1201
4230	0,00170	+ 0,1334
4560	0,00171	+ 0,1401
	(*b*)	
2045	0,00145	— 0,0333
2880	0,00144	— 0,0400
3380	0,00143	— 0,0467
4175	0,00141	— 0,0600
4510	0,00140	— 0,0666

4. (0,150 % di Pb.).

Temp. 0° — 26°,7 C. E = 0,00142

I	E'	Ω
	(*a*)	
2045	0,00134	— 0,0563
2980	0,00123	— 0,1238
3500	0,00113	— 0,2042
4270	0,00082	— 0,4225
4590	0,00074	— 0,4788
	(*b*)	
2045	0,00127	— 0,1056
2980	0,00116	— 0,1831
3500	0,00104	— 0,2676
4230	0,00079	— 0,4436
4540	0,00068	— 0,5211

Digitized by Google

5. (0,5 % di Pb.).

Temp. 0° — 26°,6 C. E = 0,00134

I	E'	Ω
	(*a*)	
2045	0,00134	— 0,00149
3045	0,001338	— 0,00298
3260	0,001332	— 0,00745
4570	0,00132	— 0,0149
4510	0,00131	— 0,0224
	(*b*)	
2045	0,00127	— 0,05218
2980	0,00126	— 0,05964
3500	0,00125	— 0,0671
4190	0,00123	— 0,0820
4560	0,00122	— 0,0895

6. (1 % di Pb.).

Temp. 0° — 26°,8 C. E = 0,001012

I	E'	Ω
	(*a*)	
2045	0,000977	— 0,00346
2980	0,000948	— 0,00634
3500	0,000910	— 0,01009
4260	0,000881	— 0,01297
4575	0,000858	— 0,01525
	(*b*)	
2045	0,000969	— 0,00426
2880	0,000929	— 0,00822
3500	0,000906	— 0,01040
4190	0,000875	— 0,01356
4510	0,000858	— 0,01525

7. (2 % di Pb.).

Temp. 0° — 26°,8 C. E = 0,000814

I	E'	Ω
	(*a*)	
2045	0,000767	— 0,0057
2980	0,000735	— 0,0097
3560	0,000684	— 0,0159
4270	0,000661	— 0,0188
4560	0,000646	— 0,0205
	(*b*)	
2045	0,000772	— 0,0052
2880	0,000721	— 0,0114
3440	0,000702	— 0,0137
4190	0,000669	— 0,0178
4510	0,000650	— 0,0201

Digitized by Google

8. (10 % di Pb.).

Temp. 0° — 27°,4 C. E = 0,000137

I	E'	Ω
	(*a*)	
2045	0,000124	— 0,0949
2980	0,000091	— 0,3357
3380	0,000080	— 0,4161
4260	0,000068	— 0,5037
4560	0,000054	— 0,6059
	(*b*)	
2045	0,000121	— 0,1168
2880	0,000090	— 0,3431
3560	0,000078	— 0,4307
4230	0,000065	— 0,5256
4510	0,000050	— 0,6351

9. (14 % di Pb.).

Temp. 0° — 27°,4 C. E = 0,000088

I	E'	Ω
	(*a*)	
2045	0,000067	— 0,2386
2980	0,000050	— 0,4318
3560	0,000038	— 0,5684
4270	0,000020	— 0,7727
	(*b*)	
2045	0,000066	— 0,2499
2880	0,000049	— 0,4432
3500	0,000038	— 0,5684
4240	0,000019	— 0,7840

10. (25 % di Pb.).

Temp. 0° — 22°,6 C. E = 0,000169

I	E'	Ω
	(*a*)	
2045	0,000179	+ 0,0592
2790	0,000184	+ 0,0887
3440	0,000187	+ 0,1064
4230	0,000202	+ 0,1952
4540	0,000206	+ 0,2071
	(*b*)	
2045	0,000176	+ 0,0414
2790	0,000186	+ 0,1006
3380	0,000189	+ 0,1183
4175	0,000202	+ 0,1952
4500	0,000206	+ 0,2071

Digitized by Google

11. (33,3 % di Pb.).

Temp. 0° — 22°,3 C. E = 0,000144

I	E'	Ω
	(*a*)	
2045	0,000149	+ 0,0347
2980	0,000154	+ 0,0694
3500	0,000158	+ 0,0972
4230	0,000165	+ 0,1458
4560	0,000166	+ 0,1528
	(*b*)	
2045	0,000150	+ 0,04166
2980	0,000154	+ 0,0694
3440	0,000158	+ 0,0972
4200	0,000164	+ 0,1389
4510	0,000166	+ 0,1528

12. (50 % di Pb.).

Temp. 0° — 21°,8 C. E = 0,0000070

I	E'	Ω
	(*a*)	
2045	0,0000100	+ 0,0428
3500	0,0000115	+ 0,0643
4230	0,0000145	+ 0,1071
4560	0,0000155	+ 0,1214
	(*b*)	
2045	0,0000100	+ 0,0428
3440	0,0000115	+ 0,0643
4260	0,0000145	+ 0,1071
4500	0,0000155	+ 0,1214

13. (66,6 % di Pb.).

Temp. 0° — 22°,2 C. E = 0,000500

I	E'	Ω
	(*a*)	
3500	0,0000490	— 0,0200
4230	0,0000485	— 0,0300
4560	0,0000480	— 0,0400
	(*b*)	
3440	0,0000490	— 0,0200
4170	0,0000485	— 0,0300
4510	0,0000480	— 0,0400

Digitized by Google

14. (75 % di Pb.).

Temp. 0° — 22° C. E = 0,0000635

I	E'	Ω
4560	(*a*) 0,0000630	— 0,0079
4510	(*b*) 0,0000630	— 0,0079

15. (80 % di Pb.).

Temp. 0° — 23° C. E = 0,0000690

I	E'	Ω
4575	(*a*) 0,0000687	— 0,0040
4510	(*b*) 0,0000687	— 0,0040

Dalle soprascritte tabelle si deduce:

1.° La variazione della f. e. m. termoelettrica delle leghe di bismuto e piombo per l'influenza del magnetismo aumenta col crescere della variazione del campo magnetico.

2.° Il cambiamento del potere termoelettrico in qualche lega ha valore diverso a seconda del senso della magnetizzazione dell'asta studiata.

3.° Sotto l'influenza di un dato campo magnetico la variazione del potere termoelettrico aumenta a partire dal bismuto puro fino ad una percentuale di 0,094 %, cambiando di segno per una lega compresa fra 0,094 % e 0,15 %. Di poi la variazione va crescendo fino ad un secondo cambiamento di segno che avviene per una lega in cui la percentuale del piombo è poco più del 14 %. Finalmente cambia di segno una 3ª volta per una lega vicina al 50 % di piombo continuando pur nondimeno a diminuire fino ad annullarsi del tutto nel piombo puro.

Digitized by Google

4.° Le percentuali a cui corrispondono i cambiamenti di segno delle variazioni del potere termoelettrico, ad eccezione del primo, sono prossimamente quelle stesse in cui succedono i mutamenti di segno delle forze termoelettromotrici.

Dall'Istituto di fisica della R. Università di Pisa
Giugno 1899.

DETERMINAZIONE DELLE COSTANTI ELASTICHE DI FLESSIONE DELLA LAVAGNA,

per il Dott. PERICLE GAMBA.

La natura della simmetria di questa sostanza è caratterizzata dal fatto che tutte le direzioni contenute nel piano di sfaldatura sono fra di loro equivalenti. Vediamo a quali conseguenze conduca questa proprietà. Se scegliamo per asse delle z la normale a quel piano, la posizione dei due assi x ed y nel piano di sfaldatura è indifferente, ossia si può far rotare il sistema intorno all'asse delle z di un angolo qualsiasi φ senza che nulla debba mutare nelle espressioni delle deformazioni o delle forze. Se passiamo dal sistema di assi x, y, z all'altro x', y', z' le componenti di deformazione del Kirckhoff x_x, y_y, ... riferite agli assi antichi verranno espresse in funzione delle x'_x , y'_y .... riferite ai nuovi secondo le formule seguenti, che si deducono senz'altro dalle relazioni generali per il cambiamento di assi coordinati, supposto che il nuovo sistema sia spostato rispetto al vecchio dell'angolo φ.

$$x_x = x'_x \cos^2\varphi + y'_y \operatorname{sen}^2\varphi - x'_y \operatorname{sen}\varphi\cos\varphi$$

$$y_y = x'_x \operatorname{sen}^2\varphi + y'_y \cos^2\varphi + x'_y \operatorname{sen}\varphi\cos\varphi$$

$$z_z = z'_z$$

$$y_z = y'_z \cos\varphi + z'_x \cos\varphi$$

$$z_x = -\,y'_z \operatorname{sen}\varphi + z'_x \cos\varphi$$

$$x_y = 2x'_x \operatorname{sen}\varphi\cos\varphi - 2y'_y \operatorname{sen}\varphi\cos\varphi + x'_y(\cos^2\varphi - \operatorname{sen}^2\varphi).$$

Digitized by Google

Sostituiamo questi valori nell' espressione del potenziale elastico sotto la sua forma generale valevole per un corpo cristallino; cioè:

$$\begin{aligned} 2F = {} & c_{11}x_x^2 + c_{22}y_y^2 + c_{33}z_z^2 + c_{44}y_z^2 + c_{55}z_x^2 + c_{66}x_y^2 \\ & + 2c_{12}x_xy_y + 2c_{13}x_xz_z + 2c_{14}x_xy_z + 2c_{15}x_xz_x + 2c_{16}x_xx_y \\ & + 2c_{23}y_yz_z + 2c_{24}y_yy_z + 2c_{25}y_yz_x + 2c_{26}y_yx_y \\ & + 2c_{34}z_zy_z + 2c_{35}z_zz_x + 2c_{36}z_zx_y \\ & + 2c_{45}y_zz_x + 2c_{46}y_zx_y \\ & + 2c_{56}z_xx_y \end{aligned}$$

ed ordiniamo l' espressione così ottenuta secondo $x_x'^2$, $y_y'^2$, ... I coefficienti di queste grandezze dovranno allora essere uguali rispettivamente a c_{11}, c_{22}, c_{33}, ... qualunque sia il valore di φ se è vero che la forma del potenziale elastico non deve mutare per il cambiamento di assi da noi introdotto. Questa condizione ci conduce alle relazioni seguenti:

$$c_{14} = c_{15} = c_{16} = 0\,;\ c_{24} = c_{25} = c_{26} = 0\,;\ c_{34} = c_{35} = c_{36} = 0\,;$$
$$c_{45} = c_{46} = c_{56} = 0$$

$$c_{11} = c_{22}\,,\quad c_{13} = c_{23}\,,\quad c_{44} = c_{55}\,,\quad 2c_{66} = c_{11} - c_{12}$$

ossia agli schemi:

$$\begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & 0 & 0 & 0 \\ c_{12} & c_{11} & c_{13} & 0 & 0 & 0 \\ c_{13} & c_{13} & c_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{c_{11}-c_{12}}{2} \end{vmatrix} \qquad \begin{vmatrix} s_{11} & s_{12} & s_{13} & 0 & 0 & 0 \\ s_{12} & s_{11} & s_{13} & 0 & 0 & 0 \\ s_{13} & s_{13} & s_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & s_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & s_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{s_{11}-s_{12}}{2} \end{vmatrix}$$

per le costanti e per i moduli di elasticità.

Questo schema si cuopre esattamente con quelli dati dal Voigt [1]) per il sistema esagonale, 1.ª classe, come era preve-

1) Vedi " Compendio delle ricerche del Prof. Voigt sull' elasticità dei cristalli „ per A. Sella.

Digitized by Google

dibile da chi conosce le relazioni tra le proprietà di simmetria e le elastiche. Ad ogni modo noi potremo servirci delle formule date dal Voigt per la flessione di lastrine tagliate in vario senso nella sostanza. Questa flessione è data dalla:

$$\Delta = \frac{E\, a'^3\, P}{4\, b\, c^3}$$

nella quale b e c stanno a rappresentare rispettivamente la larghezza e lo spessore delle singole lastrine, a' la distanza tra i coltelli, Δ la flessione della lastrina in corrispondenza della forza flettente P. E sta a rappresentare il coefficiente di flessione. Il suo valore ci viene dato da:

$$(1) \qquad E = s_{11}(1-\gamma^2)^2 + s_{33}\gamma^4 + (s_{44} + 2\,s_{13})(1-\gamma^2)\gamma^2$$

in cui γ è il coseno di direzione dell' asse del prisma coll'asse principale.

Le lastrine che ho fatto tagliare dalla roccia avevano tre orientazioni differenti e cioè il piano di sfaldatura della roccia era rispettivamente parallelo alle tre facce del parallelepipedo, di cui era formata la lastrina. Vediamo che cosa accade in questi tre casi che ci siamo proposti di studiare.

1.° caso: Lastrine tagliate coll' asse di simmetria perpendicolare al loro piano cioè parallelo allo spigolo minore; allora si ha nella (1): $\gamma = 0$ ed $E' = s_{11}$.

2.° caso: Lastrine tagliate coll' asse parallelo allo spigolo medio; si ha: $\gamma = 0$ ed $E'' = s_{11}$.

3.° caso: Lastrine tagliate coll' asse parallelo allo spigolo maggiore: si ha $\gamma = 1$ ed $E''' = s_{33}$.

Da ciò risulta la condizione che i due coefficienti di flessione corrispondenti ai primi due casi debbono essere uguali. La flessione di queste lastrine può solo condurre alla determinazione delle quantità s_{11} ed s_{33}, e ad una verifica dell' uguaglianza dei due coefficienti E' ed E''.

Le lastrine di cui ho usufruito per le mie determinazioni furono tutte tagliate da un solo blocco di lavagna dello spessore di circa 25 cent., giacchè era necessario operare sullo

Digitized by Google

stesso masso, variando sensibilmente il modulo di elasticità da materiale a materiale. Superata la prima difficoltà di trovare un blocco molto spesso e che non presentasse delle spaccature, fu necessario ridurre la lunghezza delle lastrine del 3° caso, giacchè, non resistendo, si spezzavano al minimo urto.

Il metodo adoperato per misurare le deformazioni subite dalle singole tastrine in corrispondenza dei singoli pesi è stato il metodo ottico già adoperato per osservare l'influenza dei processi di deformazione sulle proprietà elastiche del marmo [1]). Con semplici considerazioni geometriche è facile determinare il rapporto tra l'angolo di rotazione degli specchietti e lo spostamento dell'immagine della scala riflessa tre volte su essi. Se si chiama h tale spostamento, φ l'angolo di cui rota ciascuno specchio, D la distanza tra la scala e lo specchio più lontano da essa e a la distanza fra i due specchi, si ha:

$$\varphi = \frac{h}{6(D + a)} \tag{1}$$

Ciò fatto è pure facile determinare il valore della saetta, elemento che caratterizza la deformazione delle lastrine, chiamando S tale quantità, lasciando φ a significare l'angolo di rotazione di ciascuno specchio e chiamando ancora con a la lunghezza della lastrina, si avrà:

$$S = \frac{a\varphi}{4} . \tag{2}$$

Nella quale sostituendo a φ il valore dato dalla (1), si ha:

$$S = \frac{a}{4} \frac{h}{6(D + a)} \tag{3}$$

quantità tutte note, o di facile determinazione. Nella (3) posto $h = 1$ si avrà la saetta che corrisponde allo spostamento di 1 mm. della scala e si può così calcolare subito la saetta che corrisponde ad uno spostamento qualsiasi, dovuto all'applicazione di un determinato peso flettore, conoscendo lo spostamento dell'immagine della scala. Le unità adottate nelle mie

1) Vedi Nuovo Cimento, Novembre 1898.

Digitized by Google

misure sono il millimetro per le lunghezze ed il grammo per le forze. Usufruendo di pesi relativamente piccoli e tali che le deformazioni prodotte sieno pure piccole, potremo considerare i valori di E ricavati dalla formula già scritta come il coefficiente relativo alla sostanza in esame fra limiti di forza assai vicini. Ad ogni modo, data l'inammissibilità della legge di Hooke, vedremo che usufruendo di pesi doppi, che pure ancora producevano piccole deformazioni e non alteravano le condizioni iniziali della lastrina, non si ebbero ciò malgrado in corrispondenza deformazioni doppie delle precedenti e quindi si nota una leggera variazione dei valori del coefficiente di flessione. Di più oltre all'aver cercato di evitare il più possibile il cambiamento di forma del corpo, adoperando pesi che non producevano deformazioni permanenti, dubitando dell'influenza dello stato della superficie più o meno levigata delle lastrine, e che le condizioni iniziali dopo il lavorio subìto per ridurle allo stato parallepipedo non fossero le vere, ho voluto cimentare ogni lastrina in ambo i sensi ed ho poi presa la media delle deformazioni avute nei due casi, le quali però sono state quasi sempre le stesse e le piccole variazioni trovate possono attribuirsi anche a ragioni estranee ai fatti suaccennati. Come ho già fatto osservare, ho cimentate le lastrine con pesi varii, sia di 25 gr., sia di 50, sia di 100; giacchè, come dirò in seguito, il corpo presenta per le deformazioni più piccole fenomeni evidentissimi di elasticità di seconda specie; per evitare i quali e per controllarli sono ricorso al metodo di cui sopra ed ho infine attribuito ad E il valore medio tra quelli ottenuti nelle singole osservazioni.

Nelle tabelle seguenti riporto le dimensioni di ciascuna lastrina, i valori delle deformazioni corrispondenti ai relativi pesi flettori ed infine i coefficienti di flessione calcolati. Designo coll'indice A le lastrine del 1° caso; coll'indice B quelle del 2° e coll'indice C quelle del 3°. La distanza tra i coltelli a' per le A e B era di mm. 114,50; la distanza della scala dallo specchio più lontano era di mm. 2500 e la distanza tra gli specchi di mm. 120; la saetta corrispondente allo spostamento di 1 mm. della scala R era di mm. 0,001,810. Per le C variando le dimensioni precedenti, le segnerò nei quadri volta per volta.

Digitized by Google

1.° Caso.

	b	c	Δ	P	E_A
Lastrina N. 1_A	18,3	2,10	3,50	25	$11{,}443 \times 10^{-6}$
			7,00	50	11,443 »
			13,60	100	11,117 »
Lastrina N. 2_A	18,6	2,21	2,90	25	$11{,}232 \times 10^{-6}$
			5,95	50	11,523 »
			11,65	100	11,280 »
Lastrina N. 3_A	18,5	2,32	2,60	25	$11{,}587 \times 10^{-6}$
			5,35	50	11,922 »
			10,55	100	11,750 »
Lastrina N. 4_A	18,5	2,32	2,60	25	$11{,}587 \times 10^{-6}$
			5,30	50	11,8105 »
			10,45	100	11,643 »

2.° Caso.

	b	c	Δ	P	E_B
Lastrina N. 1_B	17,11	2,41	2,50	25	$11{,}551 \times 10^{-6}$
			5,15	50	11,898 »
			10,15	100	11,724 »
Lastrina N. 2_B	17,10	2,35	2,65	25	$11{,}3455 \times 10^{-6}$
			5,40	50	11,5597 »
			10,70	100	11,4527 »
Lastrina N. 3_B	17,47	2,42	2,35	25	$11{,}225 \times 10^{-6}$
			4,80	50	11,464 »
			9,40	100	11,225 »
Lastrina N. 4_B	17,07	2,40	2,50	25	$11{,}381 \times 10^{-6}$
			5,20	50	11,8355 »
			10,20	100	11,609 »

Digitized by Google

3.° Caso.

	b	c	Δ	P	R	a'	Ec
Lastr. N. 1c	18,64	4,17	0,50	300	0,000545	26,50	$26,389\times10^{-8}$
Lastr. N. 2c	18,05	4,05	0,55	300	0,000545	26,50	$26,593\times10^{-8}$
Lastr. N. 3c	18,26	4,78	0,95 1,75	100 200	0,001235 »	70,00 »	$25,850\times10^{-8}$ $25,132\times10^{-8}$

Facendo ora la media dei valori trovati per le varie lastrine, avremo, mantenendo gli stessi indici:

$$E_A = 11,5198 \times 10^{-8} = s_{11}$$
$$E_B = 11,5225 \times 10^{-8} = s_{11}$$
$$E_C = 25,9910 \times 10^{-8} = s_{33}$$

Come si vede l'esperienza risulta confermare la teoria, inquantochè i due coefficienti di flessione dei primi due casi possono considerarsi uguali e la piccola differenza che si nota fra loro si può attribuire a cause esteriori e forse sarebbe del tutto sparita se si fossero adoperate un numero ancora maggiore di lastrine.

Lo studio delle proprietà elastiche della lavagna non viene esaurito dalle presenti ricerche, chè di 5 moduli non ne ho potuti determinare che 2; importa però notare subito due cose:

1.° La verifica della teoria che conduce a valori uguali per le due orientazioni 1ª e 2ª;

2.° La grande differenza fra le due costanti s_{11} ed s_{33}.

Ho accennato ad alcuni fenomeni, attribuiti all'elasticità di seconda specie. Alcune lastrine cimentate per la 1ª volta con i pesi più piccoli, fra quelli usati, presentavano dopo la scarica una deformazione contraria a quella che mostravano durante la carica. Invece di tornare allo zero, cioè allo stato iniziale ritenuto senza deformazione e che indicava la posizione di ri-

Digitized by Google

poso della lastrina, mostravano una deformazione evidente in senso opposto. Un simile fenomeno non compariva mai se si adoperavano pesi flettori più grandi e neppure se la scarica veniva effettuata gradatamente durante un periodo di tempo abbastanza lungo; esso era sufficientemente marcato e costante allorchè si annullavano rapidamente le piccole forze flettenti, generandosi così delle vibrazioni nelle lastrine, che inducevano le lastrine a prendere una nuova posizione di riposo. Il che sta vie più a confermare l' ipotesi fatta di attribuire cioè simili spostamenti della scala, sia all' accomodazione, sia all'elasticità successiva. Se si dà poi uno sguardo ai valori del coefficiente di flessione, trovati applicando le varie forze flettenti ad ogni singola lastrina, si scorge subito una leggera differenza tra loro e se ne scosta principalmente quello trovato applicando il peso più piccolo. Il fenomeno cui abbiamo accennato agendo in senso contrario, sia dopo la scarica, sia durante la carica, fa sì che vengono diminuiti gli effetti dei pesi applicati e quindi si hanno deformazioni minori, cui corrispondono valori più piccoli del coefficiente di flessione. Si poteva evitare questo inconveniente applicando pesi più grandi, ma è necessario anche che non si verifichino deformazioni permanenti, giacchè anche in questo caso s' incorrerebbe nel medesimo errore, sapendosi che variando le forze tra limiti piuttosto grandi il coefficiente di flessione che così si ottiene non è più una quantità confrontabile, nè un elemento caratteristico nelle determinazioni delle proprietà elastiche dei corpi. Come poi abbiamo già visto altra volta, applicando pesi tali che si producano deformazioni permanenti, sia giungendo al limite massimo intercalando dei cicli, sia direttamente, si hanno delle flessioni minori in corrispondenza dell' aumento delle forze flettenti.

Dall' Istituto fisico della R. Università di Roma
15 Giugno 1899.

Digitized by Google

DESCRIZIONE DI ALCUNE ESPERIENZE DA SCUOLA,

per A. SELLA.

I. *Diminuzione della pressione atmosferica coll' altezza.*

1). Si abbiano due palloni P_1 P_2, comunicanti fra di loro per mezzo di un tubo ripiegato due volte ad angolo retto, in modo da presentare un tratto orizzontale A A. Il sistema possa rotare intorno all' asse A A. I due rubinetti R, R impediscono o permettono la comunicazione di ciascun pallone coll' aria esterna; nel tratto A A è posta una colonnetta liquida.

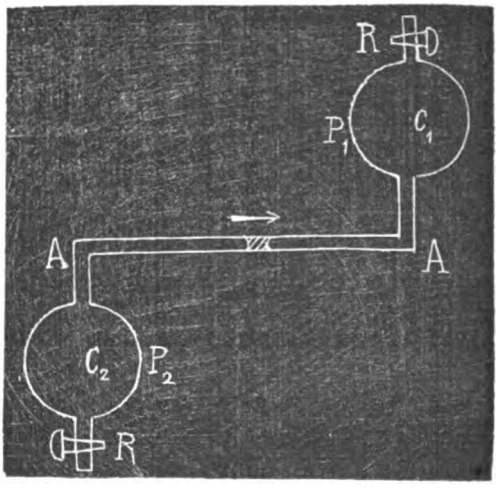


Fig. 1.

Supponiamo ora che P_1 si trovi nella sua posizione più alta e P_2 nella più bassa, come nella figura 1, le segniamo la posizione della colonnetta nel tratto orizzontale, mentre i due rubinetti R, R sono aperti. Chiudiamo adesso R, R e facciamo rotare il sistema di 180°, sì che P_1 venga in alto e P_2 in basso. Poichè la pressione atmosferica decresce coll' altezza, la pressione media in P_1 nella posizione iniziale era minore di quella in P_2; mentre, dopo rovesciati i palloni, le due pressioni tenderanno

Digitized by Google

a scambiarsi; in modo che ne nascerà un movimento della colonnetta nella direzione indicata dalla freccia.

Determiniamo il valore di questo spostamento della colonnetta, dopo che la temperatura dell' aria nei due palloni sia di nuovo uniforme ed eguale alla primitiva. Supposta sferica la forma dei due palloni e trascurabile rispetto a quello dei palloni il volume del tubo di comunicazione e ritenendo lineare la variazione della pressione coll' altezza, noi potremo ammettere che le pressioni e densità medie dell' aria nei due palloni abbiano i valori p_1, p_2 e d_1, d_2, che spettano all' altezza dei centri c_1, c_2. Quindi, rovesciando il sistema, la colonnetta si sposterà di tanto da corrispondere ad una variazione di volume v data da

$$v = \mathrm{V}\,\frac{d_2 - d_1}{d}\,,$$

in cui V è il volume di ciascuno dei palloni e d il valore della densità dell' aria all' altezza A A. Ora per la proporzionalità di densità e pressione, che ha luogo a temperatura costante si avrà pure:

$$v = \mathrm{V}\,\frac{p_2 - p_1}{p}\,, \tag{1}$$

in cui gli indici hanno lo stesso significato di prima.

2). Passiamo ora a discutere le condizioni migliori per l' esperienza. La formola (1) mostra che lo spostamento della colonnetta è proporzionale al cubo del raggio del pallone ed alla prima potenza della distanza verticale dei due centri; da cui il molto maggior vantaggio a crescere le dimensioni dei palloni che non la distanza dei due centri. È a notarsi però che la differenza di pressione alle due estremità della colonnetta liquida e che ne determina il movimento, dipende invece solo dalla distanza dei due centri; utilmente sarà quindi il tubo A A di sezione piuttosto grossa a fine di avere la colonnetta mobilissima; allora due palloni di diametro sufficiente daranno un effetto sensibile, anche se la distanza verticale fosse semplicemente eguale al loro diametro, come se i due palloni fossero l' uno sopra l' altro.

Digitized by Google

L' uso di due palloni riempie pure l' ufficio di facilitare il movimento della colonnetta. Giacchè con un pallone solo e con l' estremità opposta dell' asse A A aperta sull' aria, una colonnetta perfettamente ubbidiente a differenza di pressione si sposterebbe della medesima quantità; usando invece due palloni non si ha bensì spostamento maggiore, — poichè di tanto vuol essere cresciuto il volume dell' aria da una parte, di quanto vuol essere diminuito dall' altra — ma la differenza di pressione alle due estremità della colonnetta viene ad essere raddoppiata nell' atto del movimento. La presenza di due palloni annulla poi in massima parte l' effetto delle variazioni di pressione e temperatura dell' ambiente esterno ; con un sol pallone non si potrebbe ottenere praticamente, senza speciali precauzioni, che la colonnetta stia ferma, quando si chiude il rubinetto R.

3). Nella pratica si osserverà una notevole divergenza dal valore calcolato secondo la formula (1) per il fatto che il processo sarà sensibilmente adiabatico, almeno quando si osservi lo spostamento della colonnetta, che segue immediatamente dopo rovesciati i palloni. Questa divergenza sarà assai difficile a valutarsi teoricamente, giacchè durante la rotazione avverranno dei movimenti degli strati d' aria a diversa densità, la cui natura non si può determinare. Supponendo che durante la rotazione ogni particella d' aria resti fissa rispetto all' asse di rotazione e che poi a rotazione compiuta si lasci d'un tratto ogni cosa a sè, si dovrebbe risolvere il problema di trovare la nuova distribuzione di densità, temperatura e pressione in un recipiente, quando d' un tratto cangiasse il senso della gravità.

Prendiamo un caso semplice. Un vaso cilindrico verticale di sezione uno è ripieno di aria, mentre la gravità è diretta dal basso all' alto. Supponiamo ora che la direzione della gravità cambi senso e cerchiamo la quantità d' aria che passa attraverso la sezione del cilindro a metà altezza nei due casi: prima nel caso che il processo sia isotermico, poi che sia adiabatico.

Supponiamo che l' asse delle x parta dal fondo del cilindro e sia diretto dal basso in alto. Allora la distribuzione iniziale,

Digitized by Google

a cui corrisponde l'indice i, sarà retta dalle seguenti equazioni:

$$\frac{d\,p_i}{dx} = g\,\rho_i\,, \qquad t_i = 0\,, \qquad p_i = \frac{p_0}{\rho_0}\,\rho_i\,,$$

in cui p, ρ, t, indicano rispettivamente la pressione, densità e temperatura. Se h indica l'altezza del cilindro e se si pone $b = \frac{g\,\rho_0}{p_0}$, si ricaverà dalle equazioni precedenti:

$$p_i = p_0\,e^{-b(h-x)}\,,$$

essendo p_0 la pressione al fondo superiore del vaso.

Se adesso la gravità cambia senso e la temperatura non cambia, noi avremo semplicemente:

$$p = p_0\,e^{-bx}\,.$$

La massa d'aria N_1 contenuta adesso nella metà inferiore del cilindro è data da:

$$N_1 = \int_0^{\frac{h}{2}} \rho\,dx = -\frac{1}{g}\int_{x=0}^{x=\frac{h}{2}} dp = \frac{1}{g}\left(p_0 - p_{\frac{h}{4}}\right);$$

quindi la quantità d'aria μ_1 che passa attraverso la sezione a metà altezza, nel cambiamento di senso della gravità, sarà data da $\mu_1 = 2\,N_1 - M$, essendo M la quantità d'aria totale $= \frac{1}{g}(p_0 - p_h)$; se ne deduce:

$$\mu_1 = \frac{p_0}{g}\left(1 - e^{-\frac{bh}{2}}\right)^2 = \frac{p_0}{g}\,\frac{b^2\,h^2}{4}\,,$$

trascurando potenze di $b\,h$ superiori alla seconda (le dimensioni di b sono l'inverso di una lunghezza e se l'unità è il centimetro, b vale 0,00000125).

Passiamo ora al caso adiabatico. Si avrà:

$$\frac{d\,p}{dx} = -g\,\rho\,, \qquad p = \frac{p_0}{\rho_0}\,\rho\,(1 + \alpha\,t)\,, \qquad p^{\frac{K-1}{K}} = p_i^{\frac{K-1}{K}}\,(1 + \alpha\,t)\,;$$

Digitized by Google

da cui si ricava:

$$\frac{dp}{dx} = -b\, p_0^{\frac{K-1}{K}}\, p^{\frac{1}{K}}\, e^{-b\frac{K-1}{K}(h-x)}.$$

Ora per determinare la costante di integrazione, la prima idea che si presenta è quella di ricorrere al fatto che la quantità d'aria contenuta nel cilindro non ha cambiato. Una semplice considerazione però facilita assai la cosa: ed è che la pressione sul fondo dovrà essere p_0 e $p_h = p_0\, e^{-bh}$ quellaall'estremità superiore. Infatti la differenza di queste due pressioni deve essere costante ed eguale al peso della massa d'aria contenuta nel cilindro; e se si volesse ammettere che le variazioni di temperatura producono al fondo una pressione diversa da p_0, bisognerebbe per la stessa ragione ammettere che la pressione superiore sia diversa da p_h, ma in senso opposto; onde la differenza delle due pressioni verrebbe sempre ad alterarsi, se una delle due cambia. Così le due pressioni superiore ed inferiore, dopo avvenuto il cambiamento della gravità, non possono fare altro che scambiare il loro valore. Ed allora la conoscenza della pressione sul fondo determina senz'altro la costante di integrazione ed avremo:

$$\int_{p_0}^{p} \frac{dp}{p^{\frac{1}{K}}} = -b\, p_0^{\frac{K-1}{K}} \int_0^x e^{-b\frac{K-1}{K}(h-x)}\, dx,$$

da cui si deduce:

$$p = p_0 \left[1 - e^{-bh\frac{K-1}{K}}\left(e^{b\frac{K-1}{K}x} - 1\right)\right]^{\frac{K}{K-1}}.$$

Allora la massa d'aria N_{II} contenuta nella metà inferiore sarà data da $N_{II} = \left(p_0 - p_{\frac{h}{2}}\right)\frac{1}{g}$ ed ancora la quantità d'aria μ_{II}, che passa per la sezione a metà altezza:

$$\mu_{II} = N_{II} + N_I - M = \frac{p_0}{g}\left[\left(1 - e^{-\frac{bh}{2}} + e^{-bh}\right) - \left(1 - e^{-b\frac{K-1}{K}\frac{h}{2}} + e^{-bh\frac{K-1}{K}}\right)^{\frac{K}{K-1}}\right].$$

Digitized by Google

Sviluppando come prima in serie, si trova facilmente:

$$\mu_{II} = \frac{p_0}{g} \frac{b^2 h^2}{4} \frac{1}{K} .$$

Questo risultato molto semplice mostra che le quantità di aria μ_I e μ_{II} stanno tra di loro nel rapporto dei calori specifici a pressione e volumi costanti.

L' analisi precedente è incompleta perchè non tien conto del fatto che per la caduta e conseguente perdita di forza viva il gas si riscalda e questa influenza non è per nulla trascurabile; ma la risoluzione del problema nel caso in cui si voglia tener conto anche di questo fatto non è facile, nè forse tutte queste considerazioni meritano di venire spinte tanto in avanti, trattandosi di una semplice esperienza da scuola e di natura qualitativa. Certo la quantità di aria che passa per la sezione a metà altezza viene ancora diminuita per questo riscaldamento dovuto alla caduta.

4). L' attuazione pratica del concetto ora esposto per dimostrare la diminuzione della pressione atmosferica coll'altezza venne ottenuta coll'apparecchio disegnato nell' unita figura 2 ed il cui modo di funzionare si intende senz' altro. I due palloni (due damigiane da acidi) hanno ciascuno la capacità di 30 litri, il diametro del tubo in cui scorre la colonnetta (petrolio colorato in rosso) è di mm. 3; la distanza verticale dei centri dei palloni è di cm. 78.

La comunicazione fra i palloni ed il tubo, per così dire, capillare, fisso al sostegno, è ottenuta per mezzo di due robusti tubi da gomma e abbastanza lunghi da non venire deformati mentre si rovesciano i palloni.

Al rovesciare dei palloni corrisponde uno spostamento della colonnetta di circa 24 cm., cioè di una quantità ben visibile. Lo spostamento teorico isotermico sarebbe di cm. 41.

II. *Diminuzione dell'autoinduzione di un circuito primario per la presenza di un circuito secondario chiuso.*

L' esperienza, che ora descriviamo, si propone di dimostrare con mezzi semplicissimi come la presenza di un circuito

Digitized by Google

secondario chiuso diminuisca l' autoinduzione o l' inerzia elettrica di un circuito primario.

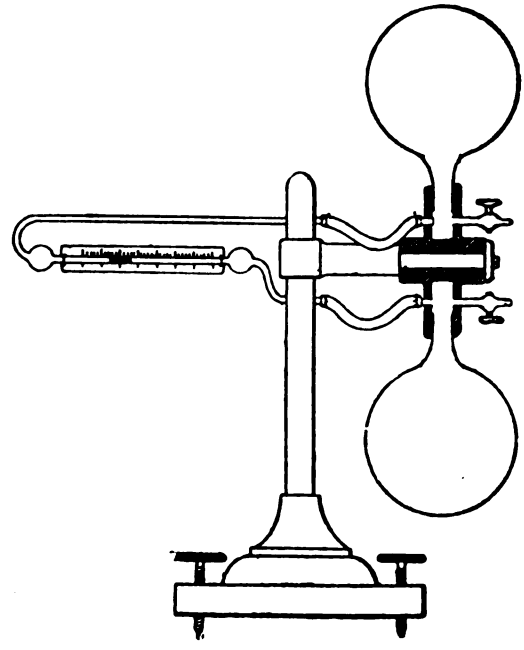


Fig. 2.

Questo fatto di così grande importanza anche dal punto di vista pratico ed economico nelle distribuzioni di energia elettrica mediante correnti alternate in cui si fa uso di trasformatori — giacchè l' energia spesa a circuito secondario aperto va consumata a riscaldare il trasformatore senza profitto utile — merita di venire illustrato anche in corsi elementari di fisica.

Nella figura 3 qui unita e che rappresenta la disposizione sperimentale è segnato schematicamente un rocchetto di Ruhmkorff; il primario è indicato con P, la pila con E, con I la scintilla dell' interruttore, su cui è posto il condensatore C e finalmente con S il secondario. Se ora si pone in derivazione sul primario una piccola lampadina ad incandescenza L, quando l' interruttore è chiuso, la lampadina resterà oscura, perchè, essendo la sua resistenza maggiore di quella del primario P,

Digitized by Google

la massima parte della corrente passa per P (d' altronde si potrebbe per la presente esperienza adoperare anche una lam-

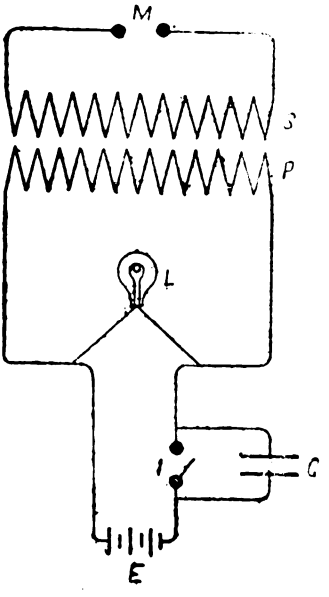


Fig. 3.

padina, che non si illumini, quando si chiuda con essa sola il circuito della pila). Ma ad ogni rottura del circuito l'extracorrente si scarica su L; onde lasciando funzionare l' interruttore si potrà portare la lampadina a viva incandescenza.

Sin quì abbiamo una nota disposizione sperimentale con cui si dimostra l' autoinduzione e la funzione del condensatore C; ma si può facilmente utilizzarla per dimostrare quello che prima ho accennato.

Uniamo al secondario uno spinterometro M. Appena se ne avvicinano gli elettrodi in modo che scocchi una scintilla (la quale è ora molto più corta, che se non ci fosse la lampadina L) e si viene per così dire a chiudere il circuito del secondario, la vivezza della lampada diminuisce assai; e se si seguita ad avvicinare gli elettrodi dello spinterometro sempre più, sino a che essi vengano a contatto, si potrà diminuire la vivezza

Digitized by Google

della lampadina sino a che resti oscura, appunto a dimostrare che l'inerzia del circuito P è adesso fortemente diminuita.

È pure degno di osservazione il fatto che a circuito secondario chiuso il modo di funzionare dell'interruttore basato sul magnetizzarsi e smagnetizzarsi del nucleo di ferro dolce resta profondamente alterato e che, se la pila è debole, esso si arresta.

III. *Azione favorente della luce ultravioletta sulla scintilla.*

Hertz scoprì, come è noto, l'azione favorente della luce ultravioletta sulla scintilla inserendo in uno stesso circuito due rocchetti d'induzione con un unico interruttore. Delle due scintille fornite dai secondari l'una, la più lunga, era l'attiva; l'altra la passiva. Ora questa disposizione esige due rocchetti opportunamente scelti, per quanto se ne possa adoperare sino ad un certo punto un paio qualunque disponendo i due rocchetti in derivazione invece che in serie ed inserendo nei due rami delle resistenze adatte. Di più il passaggio o meno della scintilla passiva modifica profondamente l'attiva non tanto per azione diretta, quanto perchè si altera da un caso all'altro l'autoinduzione del primario che genera la scintilla passiva e quindi la natura della scarica nell'intero circuito primario.

Klemencic (*Wied. Ann.* 59, p. 63, 1896) ha proposto un'altra disposizione che è poi in fondo quella, grazie alla quale, Hertz fu tratto alla scoperta del fenomeno stesso. Ad un oscillatore del tipo primitivo e classico, messo in attività da un rocchetto, è affacciato a piccolissima distanza un risuonatore di forma e dimensioni identiche. La scintilla attiva è quella dell'oscillatore, la passiva del risuonatore.

La seguente disposizione, che ora propongo, evita pure l'uso di un'apposita sorgente di luce ultravioletta, come sarebbe un arco voltaico; richiede pochissimi mezzi e si può ripetere con tutta facilità.

Le armature interne di due boccie di Leyda C vengono poste in comunicazione cogli elettrodi di una macchina elettro-

Digitized by Google

statica. Le due armature esterne sono riunite da uno spinterometro P e da un filo metallico lungo p. e. pochi decimetri,

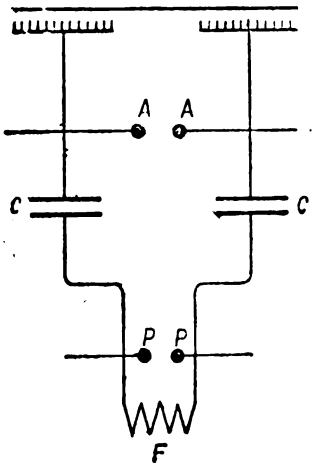


Fig. 4.

che è bene sia ravvolto a spirale. Le armature interne sono pure collegate ad uno spinterometro A.

Se ora si caricano le boccie, sinchè scocchi una scintilla in A, scaricandosi anche le armature secondarie delle boccie, si può avere una scintilla in P, cioè la così detta scarica laterale, dovuta alla ostruzione presentata dall' autoinduzione del filo F alla scarica oscillante, che si produce nel circuito.

Ora la scintilla in P si mostra molto sensibile all' azione della scintilla in A. Interponendo fra PP ed AA uno schermo opaco ai raggi ultravioletti si annulla questa azione, che ricompare interponendo invece una lastra di quarzo. Questa disposizione è molto comoda, perchè le due boccie, essendo le armature esterne collegate metallicamente si caricano bene e regolarmente e si ha in qualunque caso in A scintille nutrite.

Una semplice macchina di Whimshurst, a cui sono già unite le boccie e lo spinterometro A, un po' di filo ed uno spinterometro permettono di riprodurre l' esperienza di Hertz con una disposizione istruttiva in quanto essa comprende anche la dimostrazione della scintilla laterale.

Digitized by Google

Debbo infine avvertire che con questa disposizione pare assai difficile il realizzare la dimostrazione dell' azione impedente della luce ultravioletta sulla scintilla.

IV. *Propagazione del calore in corpi non isotropi.*

Due sono le proprietà che diversificano la propagazione del calore per conduttività nei corpi cristallini da quella nei corpi isotropi e cioè nei primi:

1° la conduttività varia secondo la direzione;

2° il flusso di calore non ha luogo in direzione normale alle isoterme.

Ora la prima proprietà si dimostra molto semplicemente col processo dovuto al De-Sènarmont, che consiste, come è noto, nel riscaldare un punto della superficie di una lastra cristallina ricoperta da un sottile strato di una sostanza atta a rendere visibile l' andamento delle isoterme. La natura ellittica di queste isoterme dimostra appunto che la conduttività varia secondo la direzione.

Ma la seconda proprietà non apparisce senz' altro evidente a chi veda eseguire l' esperienza del De-Sènarmont. Nulla si oppone a prima vista, come giustamente osserva il Voigt, a considerare il flusso di calore come curvilineo e normale in ogni punto alle isoterme. In ogni caso pochi saranno tratti dalla semplice considerazione delle isotorme ellittiche alla conclusione esatta della inclinazione del flusso sulle isoterme.

Il Voigt, che ha proposto un metodo per determinare i valori relativi delle conduttività termiche principali e l' orientazione degli assi principali nei cristalli (*Nachrichten der K. Gesellsch. d. Wiss. zu Göthingen, math.-phys.* Klasse, Heft 3, 1896), insiste sul valore didattico della sua disposizione sperimentale.

Ecco un metodo semplice di utilizzare il principio del metodo di misura proposto dal Voigt per realizzare innanzi ad un pubblico numeroso la dimostrazione sperimentale della seconda delle proprietà sopra riportate.

Come corpo cristallino o non isotropo ho scelto della lavagna a grana fina, di quella che serve per le tavole di scuola;

Digitized by Google

in una tale sostanza è chiaro che si avranno da distinguere due conduttività principali, l'una normale e l'altra parallela ai piani di separazione della roccia. Si tagli da un blocco della roccia una lastra rettangolare in modo che i piani di separazione naturali sieno normali al piano della lastra e che le loro traccie su di questo piano facciano un angolo di 45° cogli spigoli laterali della lastra. Si tagli poscia la lastra lungo M N in due metà, che vengono poi ricongiunte con un mastice, dopo di avere rovesciato una metà rispetto all'altra. Le traccie dei piani di separazione saranno ora dirette come appare dalla figura 5 quì unita. È facile ottenere così delle lastre aventi uno spessore di 1 cm. e di lati cm. 8×5 o giù di lì. Lastre più sottili o più grandi sono difficili ad ottenersi, perchè la lavagna in queste condizioni offre pochissima resistenza ad una flessione o ad un urto.

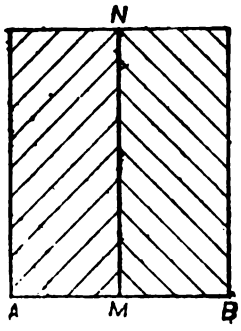


Fig. 5.

Se ora si porta la faccia laterale A B in contatto con un corpo a temperatura costante, si avrà che nelle vicinanze della linea di geminazione M N il flusso di calore sarà parallelo alla M N stessa *per ragioni di simmetria*.

Per mostrare ora le isoterme, spalmiamo la lastra di uno strato di ioduro doppio di argento e mercurio preparato colle norme descritte dai signori Bellati e Romanese (*Nuovo Cimento*, (3), 8, pag. 215, 1880) e che alla temperatura ordinaria presenta un bel colore giallo canarino.

Avviciniamo dunque una grossa asta metallica riscaldata al lato A B e curiamo che il contatto sia buono in tutti i punti della faccia (p. e. interponendo degli strati di stagnola). Subito si vedrà nelle vicinanze di A B lo joduro passare dal giallo al rosso porpora.

La linea che separa il colore giallo dal rosso e che è assai netta, rappresenta un'isoterma di 40°. Questa isoterma si sposta allontandosi da A B e da principio piuttosto irrego-

Digitized by Google

lare, si disegna, quando è giunta verso il mezzo della lastra, secondo la figura 6 qui appresso unita.

I due rami dell' isoterma si incontrano molto nettamente ad angolo, sulla linea di simmetria.

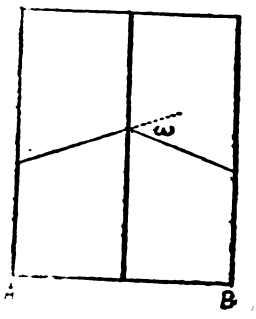


Fig. 6.

L' esperienza è estremamente istruttiva, giacchè essa costringe a concludere che flusso ed isoterma non sono fra loro normali; inoltre le dimensioni della lastra, la visibilità e nettezza dell'isoterma come linea di separazione fra due colori permettono la dimostrazione in un locale grande.

Con eguale successo si potrebbe ricoprire la lastra con ioduro doppio di mercurio e rame, che dal rosso vermiglio passa al cioccolatto scuro alla temperatura di 70°.

È bene poi lasciare raffreddare un momento la lastra e poi riscaldare il lato opposto ad A B e mostrare che adesso le isoterme hanno la stessa posizione di prima, avendosi facilmente due isoterme parallele, perchè la prima, benchè ritiratasi verso A B, non è ancora scomparsa.

L' angolo ω, che nel nostro caso vale circa 30°, mostra la grande differenza fra le due conduttività principali nella lavagna.

V. *Esperienza di dissimetria di scarica.*

È nota la disposizione, colla quale si carica un condensatore mediante un rocchetto di Ruhmkorff; si collega un' armatura del condensatore con un elettrodo del secondario del rocchetto e la seconda armatura viene collegata al secondo elettrodo attraverso un' interruzione I nell' aria, che viene superata dalla scarica del rocchetto. Si può ottenere così, mediante un' acconcia lunghezza del tratto I, che successive scariche del rocchetto vadano mano a mano caricando il condensatore; ciò che si dimostra collegandone le armature con uno

Digitized by Google

spinterometro S, in cui scocca una scintilla ad ogni determinato numero di scariche del rocchetto.

Se ora gli estremi del tratto I sono formati da punta e piano e se se ne regola la distanza in modo che la scarica passi sempre qualunque sia la polarità della punta, si osserva che a parità di numero di scariche del rocchetto: il numero delle scintille in S è molto diverso a seconda che la punta è positiva o negativa. Per esempio con un rocchetto grosso ho ottenuto il numero delle scintille in S molto più grande, anche del doppio, quando la punta è positiva; con un rocchetto piccolo ho potuto non avere scariche in S con punta positiva ed invece molto frequenti con punta negativa.

Si noti che si trattava di distanze esplosive in I, che si sarebbero potuto allungare di molto con punta positiva, ma erano quasi al limite per punta negativa.

Non è il caso di riferire dei dati numerici a proposito di questa esperienza (che meriterebbe fosse un esame più dettagliato) trattandosi di fenomeno per così dire qualitativo. D'altronde le ricerche, che si hanno su queste scariche con elettrodi dissimetrici (comprese anche le più recenti di Oberbeck, Hagenbach, Wehnelt, Precht) non sono ancora sufficienti per determinare tutti gli elèmenti che entrano in giuoco in questi fenomeni di natura estremamente complessa.

INTORNO AD ALCUNE MODIFICAZIONI DELLE POMPE DI GEISSLER.

Nota di G. GUGLIELMO [1]).

Si possono introdurre nelle pompe di Geissler alcune importanti modificazioni che ne rendano comodo l'uso e facile la costruzione, senza pregiudizio del vuoto con esse ottenibile.

Queste modificazioni sono le seguenti:

1°. L'uso del rubinetto C, (fig. 1 e 2) nel quale con uno strato di mercurio si rende praticamente nulla la quantità d'aria che penetra dall'esterno nella pompa, e ciò anche

1) Dalla R. Accademia dei Lincei, vol. 7°, 2° sem., ser. 5., fasc. 9. Novembre 1898.

Digitized by Google

quando la costruzione del rubinetto non è del tutto perfetta.

2°. La soppressione del lungo tubo diritto di ferro o di vetro che sta sotto il pallone fisso delle pompe di Geissler; ciò riduce l'altezza della parte rigida della pompa da 1 metro a 20 o 30 cm., rende la pompa più comoda, meno fragile, e ne rende più facile e meno pericolosa la spedizione e quindi la riparazione in caso di rottura. Però essendo soppresso il lungo tubo suddetto, ne risulta che il tubo di gomma che unisce il pallone mobile al fisso, nella parte vicina a questo, si trova spesso ad una pressione interna di pochi centimetri di mercurio e perciò lascia sviluppare aria o gas che nuocerebbero grandemente alla rarefazione. Quindi, per evitare che questi gas penetrino nel pallone fisso, il tubo di vetro sotto di questo è ricurvo all'insù, termina all'estremità libera con un rubinetto per il quale si può espellere il gas suddetto e porta saldato lateralmente un tubo in cui s'innesta il tubo di gomma; il mercurio contenuto nella curva del tubo impedisce affatto al gas di penetrare nel pallone fisso.

3°. Si può utilizzare il vuoto che si forma nel pallone mobile, allorchè (se esso è in basso, pieno di mercurio e chiuso) lo si solleva, per mandarvi senza comprimerla l'aria aspirata dal recipiente ove si fa il vuoto, la quale così è espulsa completamente.

4°. La misura della pressione dell'aria rarefatta si fa comprimendo quella parte di essa che occupa il pallone fisso, fino ad occupare unicamente il foro del rubinetto, cioè un volume piccolo e ben determinato e misurando questa pressione senza errori di capillarità.

5°. Finalmente per economia di mercurio e per facilità di costruzione si possono usare palloni di piccola capacità (di solito di 300 cm^3, ma talvolta e senza inconvenienti di 100 cm^3, ed eccezionalmente anche di 50 cm^3). Si può credere che con palloni di maggior capacità, p. es. di 1 litro, la rapidità con cui s'ottiene una data rarefazione sia in proporzione d'essa capacità, ma ciò non si verifica in pratica; i palloni più grandi richiedono maggior tempo per riempirsi e vuotarsi ed a causa della grande massa di mercurio, richiedono molta cura per

Digitized by Google

evitare urti pericolosi, ciò che diminuisce la rapidità dell' operazione; inoltre gl' inconvenienti nel caso di rotture crescono in proporzione della quantità di mercurio adoperata.

La forma rappresentata nella fig. 1 è la più semplice e più facile a costruire. A è il pallone fisso, B il pallone mobile

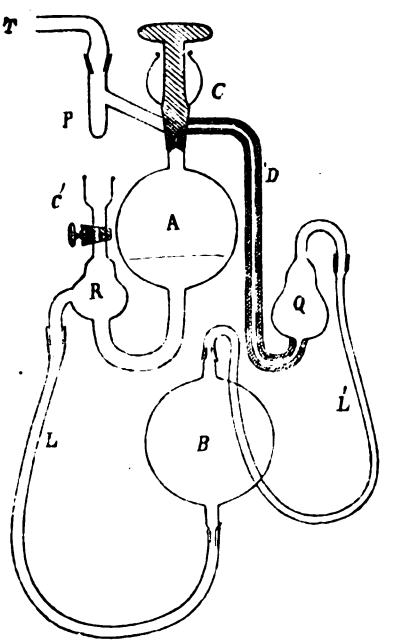


Fig. 1.

la cui capacità è un po' maggiore di quella del pallone fisso, C il rubinetto che stabilisce la comunicazione del pallone A col tubo T in cui si vuol fare il vuoto, oppure col tubo D, e quindi coll' atmosfera. Il pallone A comunica inferiormente con un tubo ricurvo ad U, che termina col rubinetto C'; sotto a questo lo stesso tubo presenta un rigonfiamento periforme R, nella parte larga del quale è saldato il corto tubo ricurvo all' ingiù in cui s' adatta il tubo di gomma a pareti spesse L che conduce al pallone mobile B. Il rubinetto C porta ai due lati due tubi; a quello di sinistra, che è inclinato all' insù, è sal-

Digitized by Google

dato un tubetto o palloncino P ove si colloca l'acido solforico o l'anidride fosforica precedentemente fusa, per disseccare, e su questo palloncino s'adatta a smeriglio e con grasso, oppure non a smeriglio ma con mastice il tubo T in cui si vuol fare il vuoto. Il tubo di destra D del rubinetto C stabilisce la comunicazione coll'atmosfera, esso ha un diametro interno di 2 mm. circa, è ripiegato all'ingiù per circa 20 cm. e comunica con un pozzetto Q che termina superiormente con un tubetto ricurvo all'ingiù; in questo s'adatta ed è legato a tenuta d'aria un tubetto di gomma L, a pareti un po' spesse, lungo circa 1 metro e coll'altra estremità libera. Finalmente il pallone mobile termina superiormente con un tubo un po' assottigliato, in modo da potervi facilmente adattare l'estremità libera del tubo di gomma L; questo tubo dev'essere lungo 15 a 20 cm., oppure dev'essere circondato provvisoriamente con un tubo più largo, fissato mediante un tappo, per evitare che quando s'abbassa il pallone, il mercurio per inerzia schizzi fuori dal pallone medesimo.

Il modo di procedere per fare il vuoto con questa pompa non differisce essenzialmente da quello solito, tuttavia sono utili le seguenti avvertenze: la quantità di mercurio dev'esser tale che quando il pallone mobile è alla sommità della corsa, il pallone fisso ed i pozzetti R e Q siano pieni di mercurio; abbassando poi il pallone mobile, esso deve riempirsi completamente di mercurio. Se il pallone B fosse troppo grande, occorrerebbe aggiungere tanto mercurio da ottenere le condizioni suddette, e se esso fosse troppo piccolo occorrerebbe limitare la corsa discendente e fermarlo quando il mercurio minaccia di traboccare.

Prima di procedere a fare il vuoto occorre scacciare l'aria dal pozzetto R, sollevando a tal uopo il pallone mobile, aprendo il rubinetto C' e richiudendolo quando l'aria è espulsa; quest'operazione poi si dovrà ripetere ogni qualvolta l'aria che si è sviluppata dal tubo di gomma e che rimane prigioniera in R pregiudica il buon funzionamento della pompa, sia impedendo al pallone fisso di vuotarsi completamente, sia penetrando nel pallone stesso. È bene poi non aprire il rubinetto C' o qualsiasi altro rubinetto, senza assicurarsi bene che la

Digitized by Google

pressione sia poco diversa ai due lati di esso, per evitare che il mercurio sia proiettato troppo violentemente.

Ciò premesso, le operazioni per far il vuoto sono le seguenti: stabilita la comunicazione A D si solleva il pallone mobile finchè il mercurio riempia quello fisso; si chiude il rubinetto C; si abbassa il pallone mobile finchè nel pallone fisso si formi un po' di vuoto; si apre lentamente la comunicazione A T sollevando più o meno il pallone mobile se il mercurio è spinto troppo violentemente, e poi abbassandolo finchè il pallone fisso si vuota; si richiude il rubinetto C; si solleva il pallone mobile finchè il mercurio è ad ugual altezza nei due palloni; si stabilisce la comunicazione A D e si continua a sollevare il pallone mobile finchè quello fisso è pieno di mercurio e l'aria ne è completamente scacciata; si chiude il rubinetto C; si abbassa il pallone mobile finchè in quello fisso comincia a formarsi un po' di vuoto e così di seguito.

Allorchè la quantità d'aria aspirata è molto piccola, per scacciarla interamente si procede nel modo seguente: essendo il pallone mobile in basso e quindi pieno di mercurio, si chiude come precedentemente il rubinetto C e si adatta l'estremità libera del tubo di gomma L' nell'estremità affilata del pallone mobile; tale congiunzione può esser resa facile e buona mediante un po' di grasso, ma non occorre che essa sia forzata, nè occorrono legature.

Ciò fatto si solleva il pallone mobile nel quale, abbassandosi il mercurio, si produce un vuoto parziale, e quando il mercurio è giunto verso la parte superiore del pallone fisso, si stabilisce la comunicazione A D e così l'aria si precipita dal pallone fisso nel vuoto del pallone mobile; si continua a sollevare il pallone mobile finchè un po' di mercurio sia giunto nel pozzetto Q (occorre quì aver cura di evitare che l'accelerazione del mercurio sia pregiudizievole) e qualora questo sia troppo pieno di mercurio se ne aspira un poco, indietro abbassando un poco il pallone mobile ma poi risollevandolo per scacciare le traccie d'aria trascinata col mercurio; si chiude il rubinetto; si abbassa il pallone mobile finchè quello fisso è vuoto; si stabilisce la comunicazione A T, la si richiude; si solleva il pallone mobile e così di seguito.

Digitized by Google

Allorchè si crede che nel pallone mobile si sia accumulata tropp' aria, proveniente dal pallone fisso o penetrata dalle congiunzioni, si abbassa il pallone mobile, e quando questo è quasi pieno di mercurio e l' aria interna un po' compressa, si stacca per un momento il tubo L' dal pallone mobile e si lascia così sfuggire l' eccesso d' aria; si riadatta il tubo di gomma e si procede come precedentemente.

Un piccolo inconveniente molto dannoso, ma molto facile a rimediare, è il seguente: avviene facilmente che una bolla di mercurio si ferma per adesione nel foro del rubinetto e quindi lo ostruisce, e non può esser scacciata nè dalla pressione minima dell' aria rarefatta, nè per mezzo di scosse, e la rarefazione non può progredire. Si rimedia a ciò, sia facendo il foro del robinetto piuttosto largo e conico col vertice in alto, sia praticando nelle pareti di esso foro, mediante una limetta, una scanalatura (in quest' operazione è bene proteggere la parte smerigliata avvolgendola con carta spessa, perchè la lima molto facilmente sdrucciola e va a scalfire e guastare tale parte essenziale del rubinetto) che il mercurio a causa della sua grande tensione superficiale non può riempire; così la comunicazione non è mai interrotta. Se la pompa dopo fatto il vuoto deve rimanere per molte ore inattiva, conviene lasciare il pallone mobile nella sua posizione più alta, per evitare che l' aria che si svilupperebbe o penetrerebbe dal tubo di gomma, finisca per penetrare nel pallone fisso.

Il pozzetto Q si può sopprimere senza grande inconveniente, ma allora occorre ogni tanto far cadere nel pallone mobile il mercurio contenuto nel tubo di gomma L' e che ostruisce la comunicazione; ciò si fa facilmente quando il pallone mobile è in alto e quindi vuoto, e perciò occorre sollevare il tubo di gomma L' incominciando da B, verso D. Si potrebbe altresì mantenere il tubo L' fissato a D e B, ma occorrerebbe interporre in qualche punto di esso un rubinetto a 3 vie per eliminare l' aria aspirata. La disposizione prima descritta è però più semplice e comoda.

Con questa pompa è possibile, ma non facile nè esatto, determinare la pressione dell' aria rarefatta, comprimendo quest' aria entro il pallone fisso finchè occupi solo il foro del ru-

Digitized by Google

binetto C, e misurando in tali condizioni il dislivello del mercurio nei due palloni, e supponendo noti in precedenza la capacità del pallone e quella del foro del rubinetto, dedurne nel modo solito la pressione cercata; tuttavia la misura del dislivello del mercurio nei due palloni non è comoda, a meno che il pallone fisso non sia provvisto in basso d' una parte cilindrica. Una misura approssimata si può anche avere osservando il volume della bollicina d' aria espulsa quando trovasi nel tubo D alla pressione atmosferica.

Un' altra forma di pompa un poco più comoda della precedente è quella rappresentata dalla fig. 2. Essa offre maggior guarentigia che l' aria proveniente dal tubo di gomma non penetri nel pallone fisso e che l' aria che si vuol scacciare venga espulsa totalmente, e finalmente permette una misura facile e molto esatta della pressione dell' aria residua. Del resto questa forma deriva direttamente dalla precedente; il tubo D ed il tubo C′ sono dalla stessa parte e congiunti, e vi è per di più una nuova bolla per trattenere l' aria proveniente dal tubo di gomma.

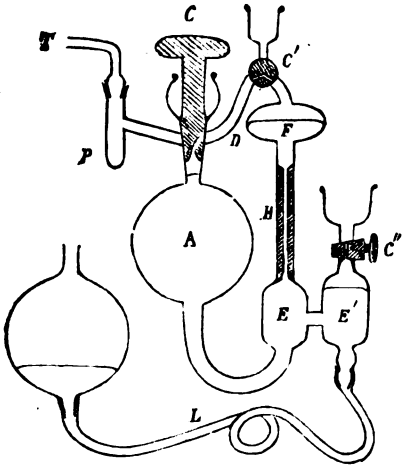


Fig. 2.

Così la pompa consiste del pallone A col rubinetto C e col palloncino P dell' acido solforico come la pompa precedente.

Digitized by Google

Al disotto del pallone A il tubo si ricurva ad U, presenta un rigonfiamento E, poi si ristringe in H, e presenta quindi una bolla, che comunica con un rubinetto a tre vie C'. Questo ha le tre vie a 120° una dall' altra, e permette di stabilire la comunicazione del tubo D e del tubo F fra loro o coll' atmosfera. È da notare che la bolla E trovasi un po' sotto il pallone A, e che la bolla F, la cui parte inferiore è cilindrica, trovasi all' altezza del maschio del rubinetto C, in modo che la base del maschio e il fondo della parte cilindrica siano su una stessa orizzontale. Finalmente nella bolla E è saldato lateralmente un corto tubo, che conduce ad una bolla simile E' chiusa superiormente da un tappo smerigliato o meglio da un rubinetto C'', che inferiormente comunica col tubo di gomma che conduce al pallone mobile; è utile che il tubo in cui s' adatta il tubo di gomma, sporga un poco dentro la bolla E, perchè così è più difficile che l' aria proveniente dal tubo di gomma sia trascinata dal mercurio in E ed in F.

Per fare il vuoto con questa pompa occorre anzitutto scacciare l' aria da E' e da F, ciò che si ottiene sollevando il pallone mobile e disponendo convenientemente i rubinetti C' e C''; e questa operazione bisogna ripeterla ogni qualvolta si ritiene che l' aria sviluppatasi dal tubo di gomma pregiudichi al buon funzionamento della pompa; in seguito, stabilita col rubinetto C' la comunicazione D-atmosfera, si procede affatto come colla pompa precedente.

Quando però la quantità d' aria che si vuol scacciare è molto piccola, la si scaccia anzitutto dal pallone A ed anche dal tubo D nell' atmosfera e poscia col rubinetto C' si stabilisce la comunicazione D F; così al successivo colpo di pompa, operando come precedentemente, l' aria aspirata viene scacciata non più nell' atmosfera ma nella bolla F ove trovasi un buon vuoto. Dopo alcuni colpi di pompa, l' aria accumulata in F viene scacciata nell' atmosfera mediante il rubinetto C'.

Quando si vuol misurare la pressione dell' aria residua, supposto che il tubo T comunichi col pallone A e questo sia vuoto di mercurio, si chiude il rubinetto C e si solleva il pallone mobile finchè il mercurio giunga in quello fisso alla base del rubinetto (o a un punto più basso se la pressione è troppo

Digitized by Google

forte). In tal modo l' aria che prima occupava tutto il pallone fisso trovasi ridotta in un volume noto più che 1000 volte minore, ed avrà una pressione d' altrettanto maggiore data dal dislivello del mercurio in A ed in F. Qualora nella bolla F si trovasse una quantità sensibile di aria, conviene scacciarla e ripetere la misura della differenza di livello. È utile notare che sebbene in questa misura il volume dell' aria venga grandemente ridotto, non v' è errore notevole di capillarità nella misura della pressione, perchè i due rami del manometro hanno ugual diametro; si può altresì comprimere l' aria entro il foro del rubinetto ed evitare tuttavia l' errore di capillarità, qualora le pareti del foro siano a 45° dalla verticale, e quindi la superficie del mercurio riesca piana.

Si potrebbe, come nella pompa precedente, utilizzare il vuoto che si produce nel pallone mobile, riunendo questo pallone e la sommità del rubinetto C' mediante un tubo di gomma, ma tale complicazione praticamente forse è superflua.

Riguardo alla perfezione del vuoto ottenibile da queste pompe, anzitutto è da notare che poichè esse per le loro parti essenziali e per il loro modo di funzionare non differiscono essenzialmente da quelle di Geissler, non v' è ragione perchè debbano funzionare meno bene. Invece è da notare che mentre una pompa di Geissler della forma solita non potrebbe funzionare bene qualora i rubinetti fossero imperfetti, colle pompe sopradescritte si possono ottenere facilmente le rarefazioni occorrenti per un' abbondante produzione di raggi Röntgen con rubinetti imperfetti.

Per ungere i rubinetti e la congiunzione smerigliata si può usare la vaselina resa più densa con un forte e prolungato riscaldamento, che la priva altresì delle parti volatili. È però più conveniente una mescolanza di colofonia e vaselina condensata fuse assieme in tali proporzioni da fornire una viscosità conveniente; questa miscela è quasi affatto trasparente e rende trasparenti i rubinetti e non solo presenta una grande resistenza al passaggio dell' aria, ma lo rende manifesto qualora esso si produca.

Come mastici sono convenienti le mescolanze di colofonia con gomma elastica, oppure con paraffina poco fusibile, o con

Digitized by Google

vaselina condensata; la miscela con gomma elastica talvolta non si produce completamente ed è inoltre opaca, le altre due miscele sono trasparenti, e quando sono scaldate fortemente sono fluidissime, riempiono così tutti gl' interstizi, e bollono difficilmente. La ceralacca, invece, che si usa comunemente, è opaca e non lascia vedere i possibili difetti delle congiunzioni, se scaldata poco è viscosa, se scaldata troppo bolle e rende così difficile una buona congiunzione, e finalmente a causa forse della trementina che essa contiene, emette una quantità notevole di vapori.

La forma 1 di pompa non presenta nessuna difficoltà di costruzione, e può quindi essere costruita da chiunque lavori anche molto mediocremente il vetro; però la forma di rubinetto C che trovasi correntemente in commercio, non ha imbuto ed ha un foro trasversale che stabilirebbe la comunicazione T D e che bisogna chiudere con gesso, reso poi impermeabile con grasso fuso.

La forma 2 che presenta un O irregolare in vetro, offre la nota difficoltà che due saldature, una a ciascun lato dell'O devono esser fatte contemporaneamente, affinchè entrambi i lati si raffreddino e contraggano contemporaneamente; altrimenti il vetro dell' ultima saldatura raffreddandosi subisce una forte trazione, e quindi inevitabilmente si rompe. Si riesce però ad evitare questa rottura, tirando fortemente le estremità del lato freddo dell'O mentre il vetro della saldatura nell' altro lato è ancor molle, e diminuendo tale trazione a misura che la saldatura si raffredda; in questo modo entrambi i lati dell' O si contraggono contemporaneamente, uno per la diminuita trazione, l' altro per il raffreddamento. Alla trazione potrebbe esser sostituito meno comodamente un riscaldamento moderato di tutto un lato, mentre in un punto dell' altro si effettua la saldatura, e poscia il raffreddamento simultaneo di entrambi i lati [1]).

1) A. Treffurth (Ilmenau in Thüringen, Germania) e Zambelli (Torino, via Ospedale) costruiscono la parte in vetro della forma 2 di pompa e la spediscono per pacco postale per il prezzo di circa L. 20. Rivolgendosi a intermediari che non costruiscono ma fanno costruire la pompa, il costo può diventare doppio o triplo. Le due figure di questa Nota sono state fatte all' incirca di $^1/_3$ della vera grandezza e sono proporzionate, almeno nelle parti essenziali.

Digitized by Google

ALCUNE OSSERVAZIONI SU L' INTERRUTTORE ELETTROLITICO.

Nota di A. G. ROSSI [1]).

1. Nell' interruttore di Wehnelt il filo di P*t* saldato in tubo di vetro non tarda a saltare per la violenza delle vibrazioni cui è sottoposto il vetro e per l' incandescenza del P*t* oltre il mercurio e della guaina di gas che lo riveste.

Si evita l' uso del vetro saldando un filo di P*t* di 6-8 cm. di lunghezza all' estremità di un grosso filo di rame lungo altri 10 cm., e che porta un morsetto. L' elettrodo attivo così costituito viene immerso nell' elettrolito sormontato da 8-10 cm. d' olio d' oliva o di petrolio: la saldatura e una parte del filo di P*t* devono restare immerse in quest' ultimo. Si può così regolare la lunghezza della parte attiva del filo dentro l' acido, e l' olio impedisce al resto di divenire incandescente, come pure modera e trattiene la violenza dell' ebullizione.

Come elettrodo negativo può servire vantaggiosamente un serpentino cilindrico o conico di tubo di piombo, che si fa percorrere dall' alto al basso da acqua fredda.

Con fili di varii spessori e differenti lunghezze immerse e con varie f. e. m. si riscontra che, nel primario di un grosso Ruhmkorff; per una data f. e. m.; per una data immersione e per una data distanza esplosiva, il filo canta in tono tanto più alto quanto più è sottile: coll' aumentare l' immersione il tono si abbassa e la scintilla, dapprima spessa e continua, si sparpaglia in un fascio di scintille sottili e bianche. Per un dato filo di P*t*, con distanze esplosive crescenti, il tono si abbassa anche gradatamente. Per f. e. m. crescenti, la frequenza delle interruzioni va crescendo in ragione inversa della distanza esplosiva che si mantiene nel secondario.

Con piccole f. e. m. talvolta il filo canta senza fornire scariche nel secondario: basta allora dare una piccola scossa trasversale al filo o aprire e chiudere il circuito per ristabilire il flusso di scintille.

1) Dagli Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, Vol. 34, 1899.

Digitized by Google

Adoperando un filo di Pt saldato nel vetro, è utile che il tubo presso l' attacco sia ripiegato orizzontalmente, e meglio due volte, ottenendosi così lo svolgimento dei prodotti gassosi più regolare e la saldatura più riparata dalle variazioni troppo brusche di temperatura.

2. Se la guaina di gas che avvolge l' anodo, è in sostanza, come porta la teoria finora delineata da vari autori sul modo di agire dell'apparecchio, un arco voltaico che alternativamente si forma e svanisce, un campo magnetico trasversale alla corrente nell' elettrolito dovrebbe agire per soffiarlo via e ristabilire con maggiore rapidità la corrente.

Per questo si dispone una vaschetta di vetro parallelepipeda di centimetri $4 \times 11 \times 14$ fra i poli anodi di un elettromagnete Faraday-Ruhmkorff, eccitato da 9 accumulatori Tudor. L' elettrodo negativo è uno strato di mercurio a cui un filo di Pt entro tubo di vetro conduce la corrente: l' elettrodo attivo è della forma solita, con la punta fra i poli del campo magnetico: uno strato d' olio sopra l' acido trattiene l' effervescenza.

In tali condizioni, per piccole distanze esplosive nel secondario, non si nota alcun cangiamento nei caratteri della scintilla.

Al contrario per distanze esplosive tanto grandi che la scarica scocchi difficilmente, o non passi altro che l' effluvio, all' eccitazione del campo si ha di nuovo un notevole torrente di scintille bianche, che scompaiono col campo. Il tono dell' interruttore e della scarica sono molto bassi.

L' esperienza riesce bene con punta e pallina all' eccitatore. Contemporaneamente la tensione ai poli primarii del rocchetto diminuisce da 78 a 75 Volta. La tensione ai poli dell'interruttore elettrolitico è di circa 95 Volta quando è aperto con scariche a effluvio, e per l' azione del campo magnetico, che eccita le scintille, discende a 75 - 80 Volta. Naturalmente la corrente nel primario cresce.

Sembra dunque che realmente il campo magnetico agisca come per soffiar via la guaina incandescente. Il fatto che mentre la tensione massima ai poli deve innalzarsi, e l' autoinduzione del primario viene diminuita e la frequenza delle interruzioni

Digitized by Google

dovrebbe crescere, mentre il tono dell' interruttore si abbassa, potrebbe spiegarsi colla formazione di rapidi moti vorticosi, bene visibili, che il liquido assume intorno all' asse del campo magnetico.

3. Il sig. Armagnat osservò che *più caldo è il liquido e più basso può essere il voltaggio della sorgente*. Varie esperienze fatte sia su un solo filo, sia su cinque fili tutti uguali saldati in tubetti di vetro e disposti nello stesso vaso, sopra elettrodo negativo di mercurio, sia infine su fili differenti l'uno dall' altro in lunghezza si è trovato costantemente che *per ogni dato filo e ogni data f. e. m. v' ha un intervallo di temperatura che solo consente la produzione regolare del fenomeno di Wehnelt*.

I limiti non si possono ben determinare. Ad ogni modo, innanzi il limite più basso dell' intervallo, non si ha che elettrolisi silenziosa: oltre il limite più elevato, il funzionamento dell' interruttore cessa di essere continuo. Con altre esperienze ancora si è trovato che: *entrambi i limiti dell' intervallo di temperatura dipendono anche dalla distanza esplosiva o, se si vuole, dall' autoinduzione del primario.*

Esperienze eseguite per la ricerca dell' influenza del campo magnetico sul Wehnelt nel caso di f. e. m. deboli e facendo variare la temperatura hanno confermati in generale i risultati delle precedenti esperienze. Con deboli f. e. m. cioè con basse frequenze, la influenza del campo magnetico risulta più nettamente marcata, e appare procedere di pari passo con la temperatura nell' intervallo che comprende la produzione del fenomeno Wehnelt.

Si constata così il fatto che il campo magnetico, agendo sull' interruttore Wehnelt nel primario di un Ruhmkorff, ha una tendenza a cangiare in scintille bianche e vive ogni scarica oscura nell' intervallo del secondario.

Digitized by Google

SUI RAGGI CATODICI, SUI RAGGI RÖNTGEN E SULLE DIMENSIONI E LA DENSITÀ DEGLI ATOMI.

Nota II di G. GUGLIELMO [1]).

Ammesso che i raggi catodici siano costituiti da particelle esilissime dotate di grandissima velocità, il fatto che esse possono attraversare un corpo solido, liquido o gassoso di conveniente spessore senza essere deviate e senza diminuire di velocità, fornisce la prova più diretta della costituzione atomica della materia e dà un modo diretto e semplice (come fu dimostrato nella Nota precedente [2]) per determinare, se non la vera grandezza degli atomi, almeno un limite superiore di questa grandezza, molto più approssimato che non cogli altri metodi.

Un modo un po' diverso e più semplice di quello esposto in essa Nota, per ottenere la relazione fra l'assorbimento d'un corpo per i raggi catodici e la somma delle sezioni di tutte le molecole assorbenti, è il seguente.

Un fascio di raggi catodici, semplici, paralleli ed uniformemente distribuiti cada perpendicolarmente ad uno strato piano di spessore d d'una sostanza p. es. gassosa. Sia Q la quantità di questi raggi per cm^2 e per minuto secondo all'entrata nello strato, e sia Q' la quantità di essi per cm^2 e per 1" emergenti dallo strato senza aver subito deviazione da parte delle molecole della sostanza; sia inoltre n^3 il numero di queste molecole per cm^3, e supponiamo lo strato diviso in n strati elementari uguali paralleli alle sue facce; ciascuno di questi conterrà n^2 molecole per cm^2. Se per ciascuna molecola è σ l'area, presa perpendicolarmente ai raggi catodici, che non può essere attraversata da questi senza che essi vengano deviati o fermati, quest'area per ogni strato elementare sarà $n^2\sigma$ per cm^2, ed il numero di raggi catodici che saranno deviati o fermati nell'attraversare il 1° strato elementare sarà

1) Dalla R. Accad. dei Lincei, vol. 8, 1° sem., ser. 5., fasc. 8. Aprile 1899.
2) Nuovo Cimento. Serie 4, vol. 9, pag. 131.

Digitized by Google

$Q\,n^2\,\sigma$, mentre il numero di quelli che potranno passare liberamente sarà $Q\,(1 - n^2\,\sigma)$ per cm^2. Similmente il numero di essi che potranno attraversare liberamente il 2°, il 3° ecc. strato elementare, sarà rispettivamente $Q\,(1-n^2\,\sigma)^2$, $Q\,(1 - n^2\sigma)^3$ ecc.; ed il numero di quelli che potranno attraversare liberamente tutto lo strato di spessore d, sarà per cm^2:

$$Q' = Q\,(1 - n^2\,\sigma)^{nd}\,.$$

Questa relazione non differisce essenzialmente da quella trovata nella Nota precedente: difatti essa può scriversi: $Q' = Q\,e^{nd.\log nep.(1-n^2\sigma)}$, e siccome $n^2\,\sigma$ è una quantità piccolissima, invece di $\log\,(1 - n^2\,\sigma)$ si può prendere $-n^2\,\sigma$ e quindi si ha:

$$Q' = Q\,e^{-dn^2\sigma} \qquad \text{oppure} \qquad Q' = Q\,e^{-Sd}$$

indicando con S la somma delle sezioni di tutte le molecole che è $n^2\,\sigma$ per cm^3 e prendendo come sezione d'una molecola il valore di σ quale fu definito.

Siccome d'altra parte $n.^{\circ}d.$ 1 cm^3 è il numero delle molecole per cm^2 dello strato che si considera, e questo numero è uguale al quoziente del peso P di esso strato per cm^2, per il peso assoluto $p\varepsilon$ d'una molecola (chiamando ε il peso assoluto d'un atomo d'idrogeno, che secondo la teoria dei gas è circa 10^{-24} gr.) si avrà:

$$Q' = Q\,e^{-\frac{P}{p\varepsilon}\sigma}$$

L'area σ per un gas, per un liquido o per un solido amorfo deve necessariamente ritenersi (almeno in media) come costituita da uno o più cerchi a seconda che la molecola è composta di uno o più nuclei o atomi che impediscono il libero passaggio dei raggi catodici, poichè non v'è ragione perchè in un corpo amorfo queste aree si estendano piuttosto in una direzione che in un'altra, e se ν è il numero di questi nuclei o atomi, sarà $\sigma = \nu\,\pi\,\rho^2$ essendo ρ il raggio delle singole aree che impediscono il libero passaggio dei raggi catodici. ρ rappresenterebbe il raggio d'azione sensibile degli atomi rispetto ai raggi catodici qualora le particelle che questi ultimi costituiscono avessero

Digitized by Google

dimensioni nulle; se però il raggio di queste particelle è ρ_1, e ρ_2 quello dell'azione sensibile degli atomi, sarà:

$$\sigma = \nu \pi (\rho_1 + \rho_2)^2$$

e quindi

$$Q' = Q\, e^{\frac{P}{\mu \varepsilon} \nu \pi (\rho_1 + \rho_2)^2},$$

come già si osservò nella Nota precedente, Lenard trovò coll'esperienza che il valore di $Q' : Q$ per una data qualità di raggi catodici (e quindi per un determinato valore di ρ_1) e per un valore qualsiasi ma determinato del peso per cm² dello strato assorbente è costante, indipendente quindi dalla natura e dal peso molecolare della sostanza.

Perchè ciò sia è necessario: 1° che ν sia uguale o multiplo costante di μ, ossia che una molecola sia composta di un numero di nuclei o atomi isolati e distanti (affinchè le singole aree non si sovrappongono) uguale o multiplo costante del peso molecolare; 2° che questi nuclei o atomi, che hanno quindi anche in corpi diversi lo stesso peso, abbiano anche la stessa sezione in tutte le direzioni, e siano quindi probabilmente identici in tutti i corpi. Nella Nota più volte citata si trova anche che $\frac{1}{2}(\rho_1 + \rho_2)$ è all'incirca uguale a 10^{-11} e che la densità di questi atomi sarebbe di 80000 Kgr. per cm³, ammesso che i raggi catodici non attraversino la parte dell'atomo soggetta alla gravità.

Per l'idrogeno Lenard trovò un assorbimento doppio di quello degli altri corpi a pari densità superficiale; si potrebbe credere che questa differenza che presenta il solo idrogeno che ha la massima velocità molecolare, sia dovuta appunto a questa; ma a tal uopo sarebbe necessario ammettere che la velocità dei raggi catodici fosse circa 10^5 cm. per secondo, ciò che non pare ammissibile.

Aumentando la rarefazione e quindi la differenza di potenziale alla quale sono prodotti i raggi catodici, aumenta per uno stesso strato assorbente il valore di $Q' : Q$, sia perchè diminuisca il valore di ρ_1, sia perchè diminuisca quello di ρ_2 a causa dell'aumentata velocità dei raggi catodici. Usando un fascio composto di varie specie di raggi catodici e misurando

Digitized by Google

i valori totali di Q e Q′ s'avranno per σ valori compresi fra i valori estremi e quindi ammissibili. D'altronde è da notare che nel modo d'operare di Lenard, che determinava la distanza a cui cessava d'esser visibile la luminescenza prodotta dai raggi catodici, questi erano semplici, poichè erano già stati assorbiti quelli più facilmente assorbibili. Così pure col metodo usato dal Röntgen per paragonare il potere assorbente di varie sostanze, riducendo cioè lo spessore di esse, in modo che tutte producessero lo stesso assorbimento, nessun errore notevole può derivare dalla complessità dei raggi, a meno di ammettere un assorbimento specifico che almeno pei raggi catodici non pare che si verifichi.

Il determinare i valori di σ corrispondenti a raggi catodici di diverse e note velocità, come pure il determinare la proporzione dei raggi catodici d'una stessa velocità nota che vengono deviati di angoli determinati, può dare un'idea del modo come varia l'intensità del campo d'azione dell'atomo a varie distanze dal suo centro [1]).

L'applicazione dalla formula precedente all'assorbimento dei raggi catodici nei gas non pare che possa dar luogo ad obbiezioni; e difatti sin da quando Crookes emise la sua teoria della materia radiante, si fece un calcolo analogo nel caso molto più complicato che le particelle dei raggi catodici avessero la velocità e le dimensioni delle molecole quali risultano dalla teoria cinetica dei gas. Il fatto che l'assorbimento dei gas, quale risulta dalle esperienze di Lenard, conduce a valori della grandezza delle molecole molto più piccoli di quelli che risultano dalla teoria dei gas, si spiega colla grandissima

1) Spesso si considerano gli atomi come corpicciuoli a contorni definiti, durissimi, elastici ecc.; tale ipotesi però non ha niente che la giustifichi, poichè non è verosimile e neppure utile. Difatti essa non giova a spiegare l'azione a distanza degli atomi che deve essere intensissima, perchè obbliga le molecole urtantisi a cambiar direzione in un tempo e in uno spazio piccolissimi e perchè produce nelle combinazioni le vibrazioni termiche o luminose che sono certamente rapidissime. L'ammettere poi che queste forze si sviluppino (come nell'urto dei corpi) al contatto dei due atomi, introduce la necessità di indagare la struttura dell'atomo tale da sviluppare tali forze, e conduce quindi ad un problema insolubile, mentre il considerare l'atomo come un centro di forza lascia sperare che determinandone il campo si possa trovarne la causa. Nella vibrazione luminosa d'un atomo, per uno spostamento di esso dalla posizione d'equilibrio di una lunghezza uguale al raggio dell'atomo di idrogeno (10^{-11}) si manifesta un'accelerazione ($a = 4\pi^2 r : 1^2$) uguale circa a $1{,}5.10^{+20}$ cm. per 1″.

Digitized by Google

velocità e colle minori dimensioni delle particelle dei raggi catodici rispetto a quella delle molecole, ma specialmente con ciò che i raggi catodici penetrano nell' interno delle molecole passando fra atomo e atomo.

L' uguaglianza dei valori che s'ottengono per il raggio d'azione degli atomi applicando la formula suddetta all' assorbimento prodotto dai gas ed a quello prodotto dai vari solidi, molto diversi per densità e per peso atomico, studiati da Lenard, è già una prova che quest'ultima applicazione non è erronea; tuttavia essa può dar luogo a varie obbiezioni.

Stokes [1]) trovando difficile poter ammettere che particelle materiali possano penetrare nell' interno d' un solido compatto (ciò che risulta necessariamente se si ammettono i valori di σ che s' ottengono pei gas dalle esperienze di Lenard) suppone che i raggi Lenard come i raggi Röntgen possano esser dovuti a perturbazioni dell' etere causate dal subito fermarsi delle particelle cariche di elettricità negativa urtanti contro il solido. Egli suppone altresì che i raggi Lenard possano essere raggi catodici emessi dalla faccia posteriore della foglia d' alluminio, quando la faccia anteriore è percossa dai raggi catodici portanti elettricità negativa.

Goldstein [2]) ha osservato che i raggi catodici K_2 urtando le molecole gassose danno origine ai raggi K_3 di natura simile ai raggi K_2 ma diffusi in tutte le direzioni, e nell' urtare le molecole d' un solido danno origine ai raggi $K\delta$ pure simili ai raggi K_2 e diffusi in tutte le direzioni; egli non può asserire che i raggi K_2 e i raggi K_3 e $K\delta$ siano identici, anzi osserva alcune lievi differenze di colore nelle luminescenze da essi prodotte. Inoltre il Goldstein osserva che i raggi catodici K_2 non attraversano una foglia metallica conservando la loro direzione, ma vi si trasformano in raggi $K\delta$ diffusi in tutte le direzioni; difatti la luminescenza prodotta dai raggi catodici

1) Mem. and Proc. of the Manchester liter. phil. Society, 1897. Science Abstracts, I, pag. 476. Nature 58, pag. 445.

2) Wied. Ann 67, pag. 84. Goldstein distingue tre strati nelle luminosità presso il catodo; uno strato color giallo (K_1, Kanalstrahlen) che si sviluppa dietro il catodo se questo è forato, uno strato formato di raggi azzurri poco luminosi K_2, ed uno strato di raggi azzurri più luminosi K_3 partenti da tutti i punti delle traiettorie dei raggi catodici.

Digitized by Google

attraverso una foglia metallica, è più intensa e limitata all'estensione di essa se la foglia è aderente al vetro, ma diventa più estesa e meno intensa a misura che la foglia s'allontana dal vetro. Qualora i raggi Lenard fossero raggi K*d* e non raggi K_2, mancherebbe la base principale al calcolo su esposto.

L'ipotesi che i raggi Lenard siano perturbazioni dell'etere è contradetta dalle esperienze dello stesso Lenard, che dimostrò che i raggi suddetti hanno tutte le proprietà dei raggi catodici ed in specie quella di essere deviati in vari gas ed a varie pressioni per effetto d'un campo magnetico. L'altra ipotesi, cioè che i raggi Lenard siano raggi catodici emessi dalla faccia esterna della foglia d'alluminio, è contradetta dal fatto che essi si producono nell'aria atmosferica alla pressione ordinaria, nel vuoto più perfetto, ed anche quando la foglia d'alluminio comunica coll'anodo, tutte condizioni che s'oppongono alla produzione dei raggi catodici [1]).

Riguardo alla possibilità che i raggi K_3, K*d* e K_2 non siano identici, si può osservare anzitutto che ciò è senza influenza nell'applicazione della formula dell'assorbimento ai gas. Goldstein (*Wied. Ann.* 51, pag. 622) ha osservato pel primo che i raggi K_2 attraversano tutto lo spazio dei raggi K_3 e sono osservabili anche nei gas a pressione relativamente grande come nei tubi di Geissler, purchè si guardi attraverso un vetro azzurro che attenua la luce un po' rossiccia dei raggi K_3. I raggi diretti K_2 ai quali solamente può applicarsi la formula suddetta si distinguono inoltre dai raggi K_3 per la proprietà di produrre una viva luminescenza nel vetro.

Per cercare di risolvere il dubbio che i raggi catodici diretti K_2 ed i raggi riflessi K*d* siano di diversa natura, si può far riflettere i raggi K_2 ed osservare se i raggi riflessi vengono deviati per azione d'un campo magnetico. A tale scopo in un tubo a T, di vetro, era stato introdotto da un lato un elettrodo d'alluminio piano e perpendicolare all'asse del tubo, e dall'altro lato un elettrodo d'alluminio pure piano ma inclinato di 45° sull'asse. Il primo elettrodo che serviva da catodo si tro-

1) Willy Wien, Wied. Ann. 65. pag. 440.

Digitized by Google

vava a circa 1 cm. di distanza dall' intersezione col tubo verticale, l' altro elettrodo si trovava sull' intersezione stessa in modo da riflettere verso il tubo verticale i raggi provenienti dal catodo. La sommità del tubo verticale presso l' intersezione era riempita da un cilindro di ebanite lungo 2 cm., nel quale era stato praticato un foro secondo l' asse di 2 mm. di diametro.

Collocato il tubo sulla pompa e fatto il vuoto, facendo passare la scarica nel tubo, i raggi cadendo sull' anodo inclinato a 45° vi si riflettevano in tutte le direzioni, ed un fascio passando lungo il tubo d' ebanite suddetto penetrava nel tubo verticale rendendo debolmente luminescente la parte inferiore di esso. Collocata un' elettro-calamita a ferro di cavallo presso questo tubo, a varie distanze dal tubo orizzontale coi poli che ora abbracciavano il tubo ora si adattavano longitudinalmente su di esso, facendo passare la corrente per l' elettrocalamita, i raggi catodici vennero deviati di circa 45°, come indicava la macchia fosforescente del tubo. La stessa deviazione fu osservata allorchè l' anodo era in comunicazione col suolo.

La deviazione osservata non poteva esser attribuita ad uno spostamento dei raggi catodici primari, ossia del punto ove essi incontravano la lamina riflettente, perchè il cilindro d'ebanite non permetteva il passaggio di raggi molto inclinati sull' asse; inoltre la deviazione dei raggi riflessi si produceva in direzione contraria a quella che sarebbe stata dovuta allo spostamento dei raggi catodici primari.

La deviazione osservata era quella corrispondente alla carica di elettricità negativa dei raggi, restando così provato che anche i raggi riflessi hanno una tale carica, non possono essere prodotti dall' anodo e per il modo di comportarsi in un campo magnetico non differiscono essenzialmente dai raggi diretti. Appare quindi probabile che i raggi riflessi siano dovuti a particelle dei raggi incidenti penetrati nell' interno del corpo riflettente sino ad una profondità più o meno piccola, e deviati per azione degli atomi del corpo senza venire a contatto con essi e quindi senza ceder loro la carica di elettricità negativa.

Digitized by Google

Finalmente riguardo alla possibilità che i raggi Lenard siano composti unicamente di raggi diffusi (sebbene della stessa natura) e quindi deviati, è da notare che ammettendo i valori di σ trovati per i gas, ne risulta che nel caso d' un solido una proporzione piccola ma tuttavia apprezzabile può attraversarne uno strato sufficientemente sottile. Che anche l' aria a pressione ordinaria si comporti come un mezzo torbido è già stato osservato dal Lenard e tanto più dovrà comportarsi come un mezzo torbido un solido in cui le molecole sono notevolmente più ravvicinate, ma ciò non esclude che esso possa lasciar passare una piccola porzione di raggi non deviati che è facile distinguere dai raggi diffusi.

Il fatto che le particelle dei raggi catodici possiedono una carica elettrica grandissima rispettivamente alla loro massa, rende verosimile che in virtù di essa risentano da parte degli atomi un' azione attrattiva o ripulsiva a seconda della carica che questi, come si ammette generalmente, possiedono, e che quindi queste particelle, come fu osservato nella Nota precedente, risentano l' azione degli atomi ad una distanza maggiore di ciò che avverrebbe se essi fossero privi di tale carica. Qualora si ammettesse, come si vuole da alcuni fisici, che i raggi Röntgen siano appunto costituiti da particelle esilissime dotate di grandissima velocità ma prive di carica elettrica, e precisamente siano costituiti dalle particelle dei raggi catodici che urtando contro un solido gli abbiano ceduto la loro carica e siano stati deviati in tutte le direzioni [1]), questi raggi parrebbero più propri alla determinazione della grandezza degli atomi mediante la formula su esposta, e fornirebbero un valore di essa (o della parte impermeabile di essa) più prossimo al vero.

Tuttavia non pare che all' assorbimento dei raggi Röntgen, pel quale non fu possibile trovare una legge neppure nel caso

1) Walther, Wied. Ann. 66, pag. 74. È però da notare come risulti dall' esperienza sopradescritta che i raggi catodici anche riflettendosi sull' anodo conduttore e carico di elettricità positiva, conservano la loro carica, come pure la conservano quando attraversano la foglia d' alluminio pure conduttrice e carica di elettricità positiva. Quindi i raggi Rontgen non potrebbero esser costituiti ne dalle particelle riflesse, nè da quelle che attraversano il corpo, e neppure dalle particelle che urtano più direttamente contro gli atomi a cui cedono la propria carica elettrica, perchè queste dovrebbero perdere in massima parte la loro velocità che, come è noto, si trasforma in calore.

Digitized by Google

di vari spessori d' uno stesso corpo, si possa applicare semplicemente l' ipotesi di particelle che passano negli interstizi fra gli atomi. Dato anche che i raggi Röntgen fossero costituiti da particelle materiali e non da perturbazioni dell' etere, il fenomeno dell' assorbimento dovrebbe essere complesso e non calcolabile (eccetto forse qualche caso come p. es. quello dei gas) nel modo indicato.

Riesce difatti inconciliabile colla suddetta ipotesi, che una lamina di platino ed una lamina d' alluminio a parità di peso per cm^2 presentino un così diverso assorbimento pei raggi Röntgen, e più generalmente riesce inesplicabile l' influenza del peso atomico. Se supponiamo ciascun atomo di alluminio e di platino diviso in tante parti quante sono le unità nei pesi atomici rispettivi e supponiamo, ciò che pare molto probabile, che queste parti avendo masse uguali esercitino, se prese isolatamente, azioni uguali, ne risulta che se queste parti fossero isolate e distanti, le due lamine avendo uguali pesi per cm^2 e quindi un ugual numero di queste parti per cm^2, dovrebbero aver la stessa opacità pei raggi Röntgen. Se invece le stesse parti in ogni atomo fossero vicine o raggruppate, la sezione degli atomi e quindi l' opacità della lamina, dovrebbe esser minore per il platino che non per l' alluminio.

Tuttavia non è possibile disconoscere alcune analogie che passano fra le proprietà dei raggi Röntgen e quelle dei raggi catodici. Oltre all' assenza di polarizzazione e di interferenze comune ad entrambi, si ha che per entrambi l' assorbibilità cresce al decrescere del potenziale al quale furono prodotti, ed è da notare che la differenza d' assorbibilità, grandissima pei raggi Röntgen e pei raggi Lenard ordinari, diventa molto minore qualora si considerino raggi Röntgen prodotti a piccola differenza di potenziale.

Questa specie di raggi Röntgen non appare nei soliti tubi che invece hanno per iscopo di produrre raggi quanto più è possibile penetranti, e che inoltre hanno una parete spessa sufficiente per assorbire completamente questa specie di raggi qualora essa si producesse. In vari tentativi per ottenere raggi Lenard attraverso foglie d' alluminio e di magnesio, non di rado troppo spesse (1 a 2 mgr. per cm^2), l'A. ottenne oltre ai

Digitized by Google

raggi Lenard deboli, una notevole quantità di raggi Röntgen. Questi, a differenza di ciò che avviene nei soliti tubi, cominciavano ad apparire quando la resistenza del tubo era equivalente a $^1/_4$ mm. d'aria atmosferica fra fili di 2 mm. di spessore. Essi poi erano pochissimo penetranti, tanto che due fogli di carta spessa, oppure 8 fogli sovrapposti di carta da filtro pesanti insieme 50 mgr. per cm^2., producevano nello schermo fluorescente pei raggi Röntgen un'ombra abbastanza intensa, mentre è noto che anche spessi libri sono facilmente traversati dai raggi Röntgen ordinari.

Appendice. *Sull' assorbimento dei raggi luminosi e sulle dimensioni degli atomi.* -- La relazione fra le dimensioni, il numero degli atomi e l'assorbimento che essi producono, si può forse applicare all'assorbimento dei raggi luminosi nel caso p. es. dell'argento, che riflettendo la quasi totalità dei raggi incidenti deve essere composto di atomi o gruppi d'atomi opachi, ma che pochissimo assorbono la luce.

Determinando col fotometro Bunsen e col metodo usato dal Lenard pei raggi catodici, con luce ordinaria e con luce del sodio la proporzione di luce che può attraversare una pellicola d'argento deposta sul vetro col metodo Böttger, la proporzione di luce trasmessa risultò circa di 1 : 100 per pellicole pesanti in media 0,15 mgr. per cm^2. L'assorbimento è quindi maggiore di quello che la stessa pellicola avrebbe prodotto nei raggi catodici, ed il raggio dell'atomo risulta dieci volte maggiore. Tale differenza, che potrà aumentare quando si eliminino le varie cause d'errore, non è grande se si considera l'assoluta diversità nella definizione della quantità che si vuol misurare e nel modo di misura.

Digitized by Google

RICERCHE SPERIMENTALI SULLA LUCE FLUORESCENTE NEI SOLIDI.

Memoria del Dott. IGNAZIO SCHINCAGLIA.

Già Sohncke e Schmidt studiarono entrambi la luce fluorescente nei corpi mono e birefrangenti. In questa memoria ci si propone di studiare tali fenomeni di fluorescenza adoperando, fra le altre, sostanze isotrope non ancora indagate sotto questo, punto di vista, e sottoponendo ai raggi luminosi una completa collezione di cristalli di tutti i sei sistemi, che si prestano a tal genere di osservazioni. Infine ci si propone di definire decisamente la questione se, come nei corpi isotropi è proprietà generale (senza eccezione) essere la luce fluorescente non polarizzata, è pure proprietà generale in quelli birefrangenti essere invece polarizzata.

Onde eseguire le differenti esperienze è stato adoperato un porta-luce il quale mandava un fascio cilindrico di raggi solari entro un tubo di cartone nero non lucido lungo un metro e del diametro di 10 cm. All' estremità di esso una lente convergente, concentrava assai bene i raggi luminosi in un punto non molto discosto. I corpi da esaminare venivano posti in modo che il loro centro coincidesse col fuoco principale della lente.

La luce di fluorescenza veniva osservata, attraverso le sostanze, in direzione perpendicolare a quella dei raggi incidenti servendosi di un nicol incassato in una ghiera metallica munita di un braccio spostantesi davanti ad un cerchio graduato. Per impedire l' intervento di sorgenti luminose estranee, fra il nicol e il corpo eravi un tubo, lungo il quale provenivano le radiazioni fluorescenti.

Quando occorreva un fascio di raggi paralleli, ma con luce molto intensa, si poneva ad un' opportuna distanza davanti alla lente sovraccennata un' altra lente pure convergente di piccola apértura e piccolissimo raggio di curvatura. La camera dove erano compiute le esperienze era sufficientemente oscura: fu fatto spesso uso di vetri colorati e quasi sempre violetti.

Digitized by Google

La fluorescenza è stata ancora eccitata adoperando la luce dell' arco voltaico.

Molte volte fu ricoperto il corpo da osservare con cartone nero in forma di parallelepipedo avente due aperture in due facce contigue. Ciò facendo si eliminavano dall' azione diretta della vista i raggi riflessi dalle faccie terminali del solido, avente spesso superfici irregolari di frattura che avrebbero costituito gravi inconvenienti.

Allorchè il solido possedeva superfici terminali piane e regolari allora si adoperavano semplici diaframmi forati che venivano posti davanti al nicol in modo da osservare la sola luce di fluorescenza.

Alcune volte fu adoperata luce eccitatrice polarizzata, ottenuta ponendo sul cammino dei raggi luminosi incidenti un secondo nicol che agiva come polarizzatore.

I corpi posti sul cammino della luce potevano essere orientati in tutti i modi possibili.

Esperienze sui corpi monorifrangenti. — Le specie mineralogiche adoperate furono le seguenti: il diamante, la ialite, lo spinello, la blenda più quelle psuedo-cubiche, per il fenomeno della mimesia, e cioè: la fluorite, la leucite, la boleite, la grossularia, l' almandino. Però non ci si è accorti di fluorescenza degna di osservazione che nella fluorite; per cui i corpi che furono oggetto di studio sono state molte varietà di spato-fluore per i cristalli, e varie qualità di vetri per le sostanze pure isotrope, ma non cristallizzate.

Quanto alla fluorite furono scelti molti gruppi di minerali aventi colorazioni diverse per trasparenza e quasi tutti allorchè erano cimentati apparivano fluorescenti, con colori variabili dall' azzurro al violetto e con intensità più o meno marcata. Varie qualità poi di spato-fluore si mostravano refrattarie a qualsiasi trattamento non mostrando alcuna traccia di fluorescenza. L' intensità della fluorescenza varia direttamente con l' intensità della luce eccitatrice, e coll' aumentare di questa i colori fluorescenti diventano sempre più cupi. In tutte queste esperienze non fu mai osservato per quanto si ruotasse il nicol analizzatore, il benchè minimo cambiamento

Digitized by Google

di intensità nella luce fluorescente anche se i raggi incidenti erano polarizzati.

Per i corpi isotropi non cristallizzati furono adoperate quattro qualità di vetri, due delle quali, il vetro di didimio e di lantanio, furono trovate fluorescenti.

Esperienze sui cristalli birefrangenti. — Furono sottoposte all' esperienza varie specie mineralogiche giacchè i cristalli degli ultimi cinque sistemi che hanno le condizioni per potere essere oggetto di queste ricerche, sono molti. È necessario osservare che in alcuni di essi il fascio di raggi luminosi, che entra per una faccia non eccita sempre la fluorescenza in tutte le direzioni del cristallo, onde nei minerali sottoposti ad esame si è dovuto presentare successivamente al fascio di luce incidente tutte le faccie che essi possedevano, inclinandoli e muovendoli, in modo che i raggi rifratti sul loro tragitto nell'interno del cristallo non trascurassero di attraversarne la più piccola porzione. Fu adoperata quasi sempre la luce solare con e senza il vetro violetto.

L' epatite e il berillo che Sohncke trovò essere fluorescenti, non si mostrarono tali in queste esperienze. I cristalli che si mostrarono nettamente fluorescenti furono: lo spato d'Islanda, l' aragonite, la fosgenite, la baritina, il topazio.

Spato d' Islanda. — Lo spato d' Islanda ad un fascio di raggi solari assai concentrato diviene fluorescente, cioè il fascio stesso, osservato perpendicolarmente alla sua direzione di propagazione, appare colorato in rosso sangue, quando attraversa il cristallo. Si esperimentò con quattro romboedri diversi i quali, posti sul cammino della luce, lasciando che il piano d'incidenza avesse qualsiasi orientazione rispetto alla sezione principale degli spati, apparvero tutti più o meno fluorescenti lungo la via dei raggi, qualunque fosse la faccia d' ingresso del fascio incidente. Il rosso appariva meno marcato se si adoperava luce solare senza vetro violetto.

Ponendo cura nell' osservazione, osservando le radiazioni fluorescenti da una faccia del romboedro contigua a quella d'ingresso dei raggi eccitatori, non apparve affatto di scorgere la minima traccia di polarizzazione all'origine benchè ruotando il nicol analizzatore si vedessero sparire e ricomparire perio-

Digitized by Google

dicamente due dei quattro fasci luminosi, entro il cristallo, cui dà luogo la coppia dei raggi ordinario e straordinario corrispondente al fascio incidente.

Aragonite. — Esaminati diversi esemplari, questi mostrarono tutti una fluorescenza color verde chiaro, però variabile da cristallo a cristallo. Un fascio solare di raggi paralleli concentrati, entrando perpendicolarmente ad una faccia del cristallo (un grande prisma rombico) perpendicolare all' asse principale di simmetria; veduto attraverso successivamente le altre sei laterali, eccitava sempre una bella fluorescenza verde parzialmente polarizzata.

Si esperimentò pure su tre coppie di faccie artificiali perpendicolari ai tre assi cristallografici, accogliendo un fascio di raggi lungo uno di essi, e si osservò che non sempre la luce di fluorescenza era polarizzata.

Fosgenite. — Si esperimentò su due campioni di cui uno era un parallelepipedo retto a base sensibilmente quadrata. Fu operato, accogliendo il fascio solare su una faccia laterale ed osservato attraverso una faccia contigua non terminale. Apparve una fluorescenza verde chiaro, ma cambiante tinta ad ogni giro dell' analizzatore di 90°. Si otteneva lo stesso resultato operando su una faccia diversa dalla prima quando il fascio di raggi entra seguendo la direzione dell' altro asse secondario. Se la luce incidente, entrata per una faccia laterale, è osservata nella direzione dell' asse ottico attraverso una faccia terminale, si ha fluorescenza giallo-rosea, però non si ha cambiamento di colore ruotando il nicol.

Nelle due prime esperienze in cui si hanno cambiamenti di colore, si può dire che ciascuna delle radiazioni, di cui è composto il colore di fluorescenza, è polarizzata in un piano che non è lo stesso per tutte le altre.

Baritina. — Solo i campioni corrispondenti al giacimento della Vernasca si mostrarono fluorescenti attraversati da luce sufficientemente intensa. Furon fatte esperienze su cristalli di vari colori ma solo le varietà bianche e giallicce del giacimento sovraccennato mostrano un bel colore verde giallastro per fluorescenza. Abbiamo eseguite l'esperienze con due cristalli della prima varietà e ottenuti resultati concordi. Si fecero costruire delle

Digitized by Google

faccie esattamente perpendicolari agli assi cristallografici di simmetria, attraverso le quali fu osservata la fluorescenza eccitata dai raggi incidenti. S' indichino con x e y i due assi secondari, con z il principale, le faccie artificiali rispettivamente con X, Y, Z.

Facendo entrare un fascio orizzontale di raggi paralleli per una qualsiasi faccia naturale del cristallo, e osservata la fluorescenza attraverso le altre faccie del prisma essa apparve di un bel verde brillante che si mostrava non completamente ma parzialmente polarizzata.

Operando sulle tre faccie artificiali seguendo la direzione dei respettivi assi si osservò la fluorescenza susseguentemente attraverso ciascuna delle altre due faccie, nella direzione del rispettivo asse. In ogni caso apparve luce di fluorescenza più o meno intensa, con dei massimi e minimi d' intensità, di colore verde giallastro, parzialmente polarizzata in un piano che ora è perpendicolare a quello degli assi ottici (ma parallelo all' asse principale del cristallo), ora è parallelo al piano degli assi ottici, ora coincidente con questo piano stesso, ora perpendicolare all' asse principale e al piano degli assi ottici stessi.

Per la varietà bianca si esperimentò pure con vari campioni e si ottenne un comportamento simile a quello della baritina precedente.

Topazio. — Tutti i topazi gialli mostravano una bella fluorescenza color rosso porpora sottoposti alla luce concentrata del sole, con o senza vetro violetto. Di quelli degli altri colori nessuno fu trovato fluorescente tranne un acquamarino chiaro, il quale fu provato essere fluorescente ma non in tutte le direzioni.

Si fecero varie esperienze con questo cristallo ed è strano l' aver costatato come non vi si destasse fluorescenza alla luce solare per quanto concentrata, ma ben tosto apparisse rosso-rosea non appena si adoperasse il vetro violetto. La luce di fluorescenza non compariva se non quando la luce eccitatrice aveva raggiunto un certo grado d' intensità, e anch' essa variava d' intensità, col variare la concentrazione dei raggi incidenti.

Digitized by Google

Siano x, y, z gli assi secondari del cristallo in cui $x > y$, z il principale: X, Y, Z, le faccie normali a questi assi. La direzione dall'asse y è tale che per essa non appare affatto la fluorescenza, sia che si guardi nella direzione dell'asse stesso, sia che lungo x si propaghino i raggi incidenti. Fu osservata la fluorescenza nei casi seguenti:

1° Quando i raggi entrano attraverso Z lungo l'asse z, e vengono osservati in direzione perpendicolare alla faccia X.

2° Quando i raggi entrano attraverso X lungo l'asse secondario maggiore x, e sono osservati dalla faccia terminale lungo l'asse principale z.

3° Quando i raggi entrano perpendicolarmente ad una qualunque faccia del primo prisma, e sono osservati nella direzione dell'asse principale attraverso la faccia Z.

4° Quando i raggi entrano attraverso la faccia terminale Z lungo l'asse principale, e sono osservati in direzione perpendicolare attraverso le faccie del primo prisma.

In ogni caso si ha una bella luce di fluorescenza rosso-rosea più e meno intensa e completamente polarizzata. Col topazio giallo si ebbe un comportamento diverso. Fatte costruire faccie perpendicolari agli assi secondari, si sono ripetute le esperienze eseguite sul cristallo precedente trovando le seguenti variazioni: la luce fluorescente appare ugualmente senza adoperare il vetro violetto, in tal caso però è più debole e di un rosso più chiaro; essa è sempre parzialmente polarizzata, e mai completamente, in un piano perpendicolare a quello degli assi ottici; qualunque sia l'orientazione dei raggi incidenti rispetto al cristallo si scorge sempre senza eccezione, fluorescenza. Sohncke ottenne risultati molto diversi operando sul topazio.

Risultati. — Le osservazioni fatte sulle sostanze monorifrangenti adoperate, portano a concludere che la luce fluorescente nei corpi isotropi non è mai polarizzata, ed è quindi da ritenersi generale tale legge enunciata da Sohncke, tanto più che non evvi alcun motivo da supporre che le particelle fluorescenti, in un mezzo costituito ovunque uniformemente, preferiscano nel vibrare una determinata direzione, dando luogo così a luce polarizzata.

Digitized by Google

Nei cristalli birifrangenti la fluorescenza offre spesso, ma non sempre, traccie di polarizzazione. Nello spato d' Islanda, come s' è veduto, non è polarizzata, nell' aragonite lo è solo parzialmente, però osservata in certe direzioni come ad esempio lungo l' asse secondario minore, purchè il fascio incidente segua quello principale, non si vedono ruotando il nicol, i più piccoli mutamenti. Nella fosgenite è pure parzialmente polarizzata, tranne il caso in cui l' osservazione venga fatta lungo l' asse ottico.

Nella baritina la luce verde giallastra destatavi per fluorescenza, si mostra sempre più o meno parzialmente polarizzata, e muta di un po' il proprio colore quando ha maggior spessore di cristallo da attraversare prima di giungere all'occhio. Quando è piccolo la luce è giallognola, mentre diventa verdolina quando lo spessore è notevole. Col vetro violetto il colore non muta sensibilmente, ma appare più brillante In questo cristallo le vibrazioni luminose nella fluorescenza, per quella parte di luce polarizzata che contiene, si compiono sempre o perpendicolarmente o parallelamente al piano degli assi ottici.

Il topazio poi è l' unico cristallo che mostri luce fluorescente completamente polarizzata; in alcuni campioni però, come in quelli gialli, lo è soltanto parzialmente. Tuttavia in tutti, e per qualsiasi direzione dei raggi incidenti, capaci di eccitare la fluorescenza, le vibrazioni luminose avvengono sempre nel piano degli assi ottici.

Possiamo quindi concludere che nei cristalli birifrangenti non sempre avviene la polarizzazione parziale o totale della luce fluorescente, tanto più che anche in alcuni di essi ottenuti artificialmente da Schmidt, non fu trovata menomamente polarizzata.

Riguardo poi all' origine della fluorescenza nell' interno dei cristalli, si può rispondere quasi con certezza che essa dipende, nel maggior numero dei casi, dalle impurità chimiche del minerale. Potrà darsi che questi corpuscoli estranei si distribuiscano in tutta la massa del cristallo, e allora la proprietà fluorescente che hanno tali particelle sarà visibile in ogni direzione. Ma può tuttavia benissimo accadere che, o per le

Digitized by Google

condizioni speciali inerenti all' ambiente in cui può trovarsi il cristallo quando sia nello stato di formazione, o ancora per le diverse densità degli strati del mezzo birifrangente, quei corpuscoli non possano distribuirsi in tutto l' interno del poliedro, ma solamente ne occupino certe porzioni. Così potrebbesi facilmente spiegare perchè il topazio acquamarino rilevi la fluorescenza soltanto in particolari direzioni, così pure perchè un cristallo incoloro di baritina si comporti nello stesso modo. Se la fluorescenza risiede nelle particelle costituenti le impurità chimiche dei minerali, è altresì chiaro il fatto dell' essere non tutti gli spati fluorescenti, nè tutti i cristalli di topazio, di baritina ecc. Se la fluorescenza appare soltanto per certi campioni di particolari giacimenti, è segno evidente che le varie condizioni del luogo, e specialmente quelle chimiche derivanti da filtrazioni di acque silicifere calcarifere, ecc., che generano i cristalli, non saranno state certamente per tutti le stesse. Così non si mostrarono fluorescenti i bei cristalli di berilli e di apatite che avevamo mentre tali si rivelarono quelli di Sohncke.

Dalle molteplici esperienze eseguite, si può tuttavia affermare un fatto importante; che cioè in tutti i corpi birifrangenti, qualunque sia l' orientazione del fascio incidente rispetto al cristallo, quando si ottiene luce fluorescente completamente o parzialmente polarizzata, le particelle efficaci nel fenomeno, tendono a vibrare sempre in una determinata direzione riguardo al piano degli assi ottici; e cioè o perpendicolarmente o parellamente ad esso.

La colorazione che può avere il minerale, non influisce per nulla nel renderlo fluorescente: le esperienze dimostrano che certi cristalli incolori sono fluorescenti come altri colorati, siano o no appartenenti alla stessa specie minerale. La colorazione del cristallo ha piuttosto influenza sul colore della luce fluorescente. Invero, tutti i topazi gialli mostrano un vivo rosso sangue, in quello acquamarino la tinta è invece tendente al roseo. Nella baritina bianca appare giallastra, mentre in quella colorata tende al verde, e così pure dicasi per l'aragonite. V' ha di più: prendiamo un topazio giallo, e dopo averlo eccitato con un fascio concentrato di raggi, osserviamone la

Digitized by Google

fluorescenza che è color rosso vivo. Portandolo di poi ad alta temperatura, in modo da ottenere il così detto topazio bruciato, ed esaminando allora la fluorescenza, vedremo che come il cristallo col riscaldarsi ha cangiato colore, anch' essa lo ha mutato, ed è diventata viola porpora.

Non è da passare sotto silenzio, quando si adopera il vetro violetto, il diverso comportamento della luce fluorescente nei corpi esaminati. Per alcuni di essi, quali il vetro d' uranio, la fluorite, lo spato d' Islanda, l' aragonite e la baritina, il vetro violetto non produce cambiamento sensibile sul colore di fluorescenza, per altri come il vetro di didimio, di lantanio e la fosgenite, cagiona un mutamento di tinta molto marcato, finalmente nel topazio rende visibile la fluorescenza, mentre senza vetro questa non si scorge. È poi da notare il fatto che se si adopera la luce dell' arco voltaico, ricca di raggi violetti e ultra violetti, per eccitare la fluorescenza nel topazio acquamarino, anche in questo caso si ottiene un effetto nullo se non si fa uso del vetro violetto.

Nello studio della fluorescenza polarizzata nei cristalli birifrangenti, potrebbe farsi un' obbiezione; chiedere cioè se questa luce fluorescente è polarizzata all' origine, vale a dire nell' interno del cristallo, oppure appare tale perchè prima di giungere al nostro occhio attraversa un mezzo non isotropo.

Un unico cristallo di topazio ci fece vedere nel suo interno un fascio di luce rossa completamente polarizzata: esaminiamone il comportamento. Siccome è necessario adoperare il vetro violetto per eccitarvi la fluorescenza, il resto del cristallo ci appare illuminato completamente di una tinta azzurrastra. Ruotando il nicol analizzatore compare e scompare completamente il rosso, ma quel colore viola azzurro del topazio non muta menomamente d' intensità. V' ha di più: nell' interno di esso si scorgono punti più o meno luminosi di luce biancastra, che dovrebbero insieme col rosso, se la polarizzazione avviene per ulteriore rifrazione, sparire e ricomparire. È ben vero che alcuni di essi situati lungo il fascio rosso danno luogo a piccolissimi, anzi a quasi impercettibili mutamenti di intensità, ma siccome assai probabilmente consistono in bollicine di aria, o in piccole screpolature interne, o in minutissime superficie

Digitized by Google

di sfaldatura più o meno inclinate, si può benissimo ammettere che quei piccoli cambiamenti di intensità abbiano origine da luce parzialmente polarizzata per effetto di riflessioni interne. E d' altra parte il maggior numero di quei punti luminosi, e fra essi tutti quelli che sono fuori dal rosso, non cambiano per nulla di intensità ruotando il nicol, mentre la luce fluorescente scompare affatto.

Sebbene il topazio abbia forte potere birifrangente, pure il campione su cui si è operato non era abbastanza grande per sdoppiare il fascio di raggi nel suo interno, e quindi i due fasci ordinario e straordinario apparivano sovrapposti. Se si attribuisse al mezzo birifrangente la polarizzazione della luce rossa fluorescente, essa non dovrebbe sparire nè ricomparire, perchè la somma dell' intensità di cotali due fasci è sempre costante, a meno che non si ammetta per il topazio un comportamento simile a quello della tormalina, per il quale dovrebbe essere trasparente per una sola qualità di raggi. Ma dubitiamo che ciò avvenga, giacchè in tal caso si sarebbe, di già utilizzato il topazio negli strumenti d' ottica per i fenomeni della polarizzazione.

Ma ricorriamo ad un parallelepipedo retto di aragonite le cui faccie siano perpendicolari agli assi cristallografici. Posto sul cammino della luce per modo che il fascio incidente vi entri per una faccia, seguendo l' asse principale, e osservata lateralmente la fluorescenza lungo l' asse secondario minore, essa non rivela affatto le più piccole traccie di polarizzazione. Ma se ai raggi incidenti facciamo seguire la via dell' asse secondario maggiore, e osserviamo la fluorescenza nella stessa direzione di prima, lungo cioè lo stesso asse secondario minore, la luce appare parzialmente polarizzata. Uno stesso mezzo birifrangente si comporterà sempre ugualmente rispetto al medesimo fascio di raggi; la polarizzazione quindi della luce fluorescente avrà luogo all' origine, nell' interno del cristallo.

Si è provato a variare lo spessore del minerale davanti all' origine della luce fluorescente, e ciò col muovere innanzi e indietro il topazio lungo la direzione da cui veniva osservata. Non furono trovati mutamenti di sorta nelle dimensioni del fascio, mentre questo doveva tendere a sdoppiarsi se la

Digitized by Google

polarizzazione proveniva da rifrazione nell' attraversare il cristallo. Infine posto dietro il topazio un vetro rosso, e osservata con un nicol la luce così colorata che lo attraversa abbiamo dei piccolissimi cambiamenti di intensità che mostravano contenere tale luce traccie minime di polarizzazione. Ma il piano di polarizzazione di essa non era il medesimo di quello della luce rossa ottenuta per fluorescenza, bensì un piano esattamente perpendicolare a quest' ultimo.

A questo punto ci pare opportuno accennare ad alcune altre esperienze da noi eseguite.

Come Zeeman trovò che il campo magnetico produce variazioni sulla lunghezza d' onda di varie radiazioni luminose, così fu provato se si potevano scorgere analoghi fenomeni per la luce fluorescente dei vari corpi, e se in quelli monorifrangenti, con un intensissimo campo magnetico, si ottenessero traccie di polarizzazione come già fu trovato per la luce del sodio.

Fra i poli di una potente elettrocalamita di Faraday furono poste varie sostanze fluorescenti isotrope: accolto un fascio di raggi luminosi entro il nucleo, e osservata la fluorescenza in direzione perpendicolare al raggio, cioè normalmente alle linee di forza del campo non fu osservato alcun cambiamento di tinta, nè segni di polarizzazione della luce. Il medesimo risultato fu ottenuto quando fu osservata la fluorescenza dei corpi isotropi nella direzione delle linee di forza e accogliendo quindi il raggio incidente normalmente all' asse dell' elettrocalamita.

Per i corpi birifrangenti furon fatte analoghe osservazioni e nessuna modificazione fu trovata nel colore di fluorescenza. Fu osservata allora la luce rossa del topazio, completamente polarizzata, nella direzione stessa delle linee di forza. Un fascio di raggi paralleli concentrati, venivano raccolti su di una lente a piccola apertura e grande curvatura, il cui fuoco principale cadeva fra i poli, e precisamente sull' asse dell' elettrocalamita. In tal modo poteva accadere, pel noto fenomeno di Faraday, che tale luce polarizzata nell' attraversare un certo spessore di topazio ed uno dei nuclei fortemente magnetizzati ruotasse il suo piano di polarizzazione. Ma per quanto accu-

Digitized by Google

ratamente fossero fatte le osservazioni, con mezzi che potevano far palesi piccolissime rotazioni del piano di polarizzazione, non fu scorto nulla.

Molto probabilmente, se una piccola rotazione avviene, per la debole intensità della fluorescenza, non può essere notata, giacchè la completa oscurità della luce rossa persiste ruotando di parecchi gradi il nicol analizzatore.

SULLA NATURA E LA CAUSA DEL FENOMENO DEI COHERER,

di T. TOMMASINA [1]).

Le esperienze che seguono possono dare un' idea della natura del fenomeno dei coherer.

Al di sopra di un piccolo disco di rame orizzontale (diametro 4 cm.), si sospenda un pendolo formato da una sfera di ottone nichelato di 1 cm. di diametro e da un sottile filo metallico. Sul disco di rame si può porre un pizzico di limatura. Questo è ciò che si chiama un *coherer elementare.*

Si ponga questo coherer in circuito con un accumulatore, una resistenza, un commutatore, un relais sensibile, che apra e chiuda il circuito di una piccola lampada ad incandescenza. A ciascuna scintilla dell' oscillatore la piccola lampada si illumina, e basta il più leggero movimento del pendolo perchè si spenga.

Ora se dopo aver fatto agire le onde elettriche si abbassa il disco, resta tra la limatura e la sferetta del pendolo un filo sottile, che osservato con una lente, si vede esser formato da grani di limatura aderenti gli uni agli altri, e formanti così una specie di catenetta mobile flessibile e conduttrice. Le catenette che così si formano sono di diversa lunghezza a seconda dei metalli di cui è composta la limatura. L' argento, il nichel e il cobalto sono quelli che danno i migliori risultati.

Si ricoprano il pendolo e il disco dell' esperienza precedente con uno strato ben aderente di rame elettrolitico. Dopo

1) Dai Comptes Rendus, tomo 127, pag. 1014; tomo 128, pag. 1092 e 129, pag. 40. Archives de Sciences physiques et naturelles, Marzo 1899.

Digitized by Google

di aver lavato tutto con cura si immerga il disco nell' acqua distillata e si faccia scendere lentamente il pendolo portandolo quasi a contatto col disco. Osservando con una lente si vede subito formarsi sul disco un deposito nero (probabilmente di CuO), nel punto dove dovrebbe avvenire il contatto. La distanza tra gli elettrodi essendo minima, il piccolo intervallo si riempie presto del deposito. Allontanando delicatamente il pendolo questo deposito si allunga in forma di catene arborescenti. Se appena comincia a formarsi la catena si alza bruscamente il pendolo di 1 o 2 mm. si vede quella prolungarsi per sovrapposizione di grani nascenti, la corrente seguita a passare quantunque fra pendolo e catena non vi sia contatto alcuno.

Ripetendo questa esperienza dopo di avere ben ripulito il disco e la sferetta, e rialzando il pendolo immediatamente subito dopo il contatto, senza che si sia formato alcun deposito, la corrente seguita a passare anche se fra disco e sferetta c'è una distanza assai grande.

Osservando con la lente non si nota alcun cangiamento nè sugli elettrodi, nè nello strato di liquido tra di essi.

Si può ritenere che in tali condizioni si formi una catenetta molecolare.

Purchè la distanza tra gli elettrodi non sia grande, tale catena in seno all' acqua si forma anche senza contatto preventivo tra gli elettrodi.

Inoltre è facile vedere che le onde elettriche non agiscono direttamente sulla limatura, ma sui conduttori metallici uniti a questa sia a circuito aperto che a circuito chiuso. Questo si può vedere facilmente sperimentando con un coherer che possa essere immerso nel mercurio.

Servendosi di conduttori rettilinei isolati e cortissimi, non basta più una sola scintilla per ristabilire la conducibilità del coherer, ma ne occorre un certo numero.

La modificazione di conducibilità nelle limature metalliche non si produce immediatamente ma per gradi, e la rapidità di questa azione aumenta entro certi limiti con la lunghezza dei conduttori metallici riuniti alla limatura.

Intercalando un telefono sia direttamente, sia con l' intermediario di un piccolo rocchetto, sul coherer si sente distinta-

Digitized by Google

mente (durante il tempo in cui si produce l'aumento di conducibilità) il crepitìo di scintillette invisibili nell'interno dei tubi a limatura. Si può sentire un rumore analogo anche durante la formazione delle catenette di limatura; facendo formare queste catenette in liquidi dielettrici. Il crepitio di queste scintille può intendersi anche senza il telefono e possono anche essere visibili.

Di più anche con una corrente debole si può ottenere la fusione dei contatti tra grano e grano di limatura, allora la catenetta invece di scomporsi in grani sotto l'azione di un scossa si divide in piccoli bastoncelli rigidi.

Questo fatto può dare l'idea di formare dei coherer con limature di corpi poco fusibili, in modo che non si producano delle fusioni stabili, una delle aderenze istantanee che si distruggano appena cessi il passaggio della corrente o al menomo urto. Si possono così formare dei coherer di grani carbone da lampade ad arco, di media grandezza, sensibili quanto i migliori metallici e che hanno il vantaggio di perdere la loro conducibilità al menomo urto e anche interrompendo soltanto la corrente.

Usando il dispositivo del coherer elementare si possono osservare catenelle di carbone anche di 12 e 15 mm. di lunghezza.

Un coherer sensibilissimo si può formare nel modo seguente:

In ciascuna estremità di un tubo di vetro di 2 cm. di diametro e di 12 cm. di lunghezza si introduca un carbone cilindrico da lampada ad arco di 7 mm. di diametro, arrotondato agli estremi. I due carboni raccomandati a due tappi di sughero sono in leggero contatto. Quando, dopo vari tentativi, si è giunti a regolarlo si ha così un coherer sensibilissimo e duraturo.

Queste esperienze permettono di stabilire le conclusioni seguenti:

1) L'aumento di conducibilità elettrica delle limature è la conseguenza della formazione di catene rese conduttrici per delle aderenze fra grano e grano.

2) La formazione delle catene dipende dall'orientazione di questi corpuscoli secondo le linee di forza del campo elettrico costituito dalla differenza di potenziale tra i due elettrodi.

Digitized by Google

3) Le aderenze conduttrici sono la conseguenza del riscaldamento dei piccoli contatti, prodotto dallo scattare di una serie di scintille.

Le seguenti esperienze mostrano assai chiaramente la verità di queste conclusioni.

Formazione di catene senza alcun contatto primitivo tra gli elettrodi e la limatura. — Queste catenette, che possono dirsi di autoformazione, si formano più facilmente nei liquidi dielettrici che nell' aria.

Per osservarle nell' aria si intercali tra gli elettrodi di un potente rocchetto di Ruhmkorff una larga tavoletta orizzontale di legno di spessore sufficiente e su di essa si ponga la limatura. Facendo le interruzioni a mano si vede a ciascuna scarica formarsi immediatamente la catena e raggiungere l'elettrodo che si trova dalla sua stessa parte.

Nell' acqua distillata si possono vedere catenette di autoformazione di più di 20 cm., lasciando agire l' interruttore del rocchetto. In questo caso la formazione non è istantanea ma avviene in meno di un secondo. Se si diminuisce la corrente lasciando gli elettrodi alla stessa distanza si vede formarsi e montare verticalmente una quantità di catenette, aumentando gradualmente l' intensità della corrente una delle catene può toccare l' elettrodo e aderirvi. L' effetto immediato è di far cadere in frammenti tutte le altre catenette e di far cessare ogni movimento nella limatura. La catena conduttrice non si rompe neanche con scosse assai violente, ma se si interrompe la corrente, basta il più leggero colpo.

Ponendo un po' di limatura al fondo di un tubo di vetro a forma di V, riempito di acqua distillata ed aventi gli elettrodi disposti a una distanza di 15 cm. nelle due branche, si osserva il medesimo fenomeno in tutte e due i rami.

Nell' oscurità si vedono delle serie di piccole scintille che formano delle catene luminose, la cui lunghezza dipende dalla intensità della corrente. Agli estremi di queste catenette in formazione si vede una specie di effluvio che produce un vivo movimento nella limatura; ma allorchè la catena conduttrice che riunisce gli elettrodi è ben stabilita cessano le scintille e ogni movimento della limatura.

Digitized by Google

Spettri delle linee di forza elettriche per mezzo delle catene di limatura, nell' acqua distillata. — In un recipiente largo e a fondo piano si ponga della limatura d' argento ricoperta di uno strato di acqua distillata di 3 o 4 mm. di spessore. L' estremità di due fili di alluminio in comunicazione con gli elettrodi del rocchetto pescano nell' acqua toccando il fondo del vaso. Regolando opportunamente la corrente dalle due punte di alluminio si vedono irraggiare una quantità di catenette che si allineano secondo curve perfettamente identiche a quelle degli spettri magnetici. Ma appena formata la catena conduttrice fra i due elettrodi, si arresta la formazione delle altre. Per ottenere lo spettro completo occorre rompere con una bacchetta di vetro la catena conduttrice, mano mano che essa si forma.

Se durante questa esperienza si fa l' oscurità e dopo di avere aumentato la corrente si dà al vaso un movimento oscillatorio, si osserva un certo numero di linee di forza, designate da catene luminose.

Queste esperienze mostrano in forma ingrandita, ciò che avviene nel campo limitato del coherer.

LIBRI NUOVI

DEUXIÈME EXCURSION ÉLECTROTECHNIQUE EN SUISSE PAR LES ÉLÈVES DE L' ÉCOLE SUPÉRIEURE D' ELECTRICITÉ.

(Paris, Gauthier-Villars, 1899).

Facilitare ai giovani che si dedicano allo studio dell' elettrotecnica la conoscenza dell' industria viva, apprender loro a vedere e a giudicare da se medesimi, metterli in grado di conoscere praticamente ciò che hanno studiato in teoria, far loro rilevare le difficoltà che si presentano nell' industria ed indicare il modo di superarle; ecco il fine che si è proposto la *Scuola superiore di elettricità di Parigi* organizzando nel 1898 un viaggio di studio nella Svizzera.

Digitized by Google

La Svizzera così meravigliosamente dotata di forze motrici naturali è indicatissima per un' escursione di questo genere perchè in poche centinaia di chilometri sono riunite le istallazioni più varie: vi troviamo la corrente continua ringiovanita dalle distribuzioni in serie del Thury; la corrente alternata semplice destinata a scomparire; la corrente alternata di fasi che dopo aver avuto la sua epoca di voga sta per cedere il posto alla corrente trifasi; insomma tutta una storia dell'elettrotecnica.

Il riassunto dell' ultimo viaggio compilato sulle note rapide raccolte dagli studenti fanno l' oggetto di questo volume che è il secondo dell' opera. La quale è sommamente dilettevole ed istruttiva, e presenta grande interesse non solo agli studenti, ma anche agli industriali che vi troveranno la soluzione di importanti problemi e numerose tabelle di dati pratici.

A. OCCHIALINI.

PHYSIKALISCHES PRAKTIKUM,

di E. WIEDEMANN *und* H. EBERT.

(4. Auflage. Braunschweig, F. Wieweg und Sohn, 1899).

A suo tempo, abbiamo parlato della terza edizione di questo libro, destinato a servire di guida tanto allo studente che sta per incominciare le esercitazioni nel laboratorio, quanto a chi con economia di tempo e di lavoro intende organizzare un proficuo corso di simili esercitazioni. La quarta edizione, diventata necessaria pochi anni dopo la pubblicazione della terza, ben lungi dall' essere una semplice riproduzione di questa, è stata amplificata specialmente nei capitoli che riguardano l' esame delle proprietà ottiche dei cristalli, gli strumenti moderni per la misura delle correnti elettriche, la determinazione della resistenza dei liquidi e delle costanti dielettriche, ed infine le diverse misure magnetiche. È stato aggiunto anche un indice alfabetico, il quale era mancato nelle edizioni anteriori.

B. DESSAU.

Digitized by Google

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE MÉCANIQUE CHIMIQUE FONDÉE SUR LA THERMODINAMIQUE,
per P. DUHEM.

(Tome IV, Paris, A. Hermann, 1899).

È l'ultimo volume di questa opera, e contiene i libri 8° e 9°.

Nel libro 8° sono studiati i miscugli doppi sia liquidi che gassosi, la teoria della distillazione, gli stati critici di un miscuglio, e i miscugli isomorfi.

Nel libro 9° sono esposti dei teoremi generali, che si deducono dai principii posti nei libri precedenti, e che si applicano a qualunque sistema chimico. Questa esposizione dei principii generali della statica chimica presenta una specie di riassunto di tutte le proposizioni stabilite nel corso dell'opera, e dei metodi che hanno servito ad ottenerle. È notevole il capitolo 1°, nel quale si espone la legge delle fasi, stabilita da J. W. Gibbs, che serve di base alla chimica moderna e che introduce un ordine ed una chiarezza invidiabile in tutta la meccanica chimica. A. STEFANINI.

MANUALE DELL'AUTOMOBILISTA,
del Dott. G. PEDRETTI.

(Un volume di 500 pagine. U. Hoepli, editore, Milano 1899).

Avendo l'industria degli automobili ovunque assunto in breve tempo una grande importanza, era sentito il bisogno di un libro che si occupasse esclusivamente di questo nuovo ramo dell'industria meccanica. Il lavoro del Dott. Pedretti, unico che su tale argomento sia stato pubblicato in Italia, colma questa lacuna.

Interessanti sono i diversi argomenti ottimamente trattati sia nella parte teorica, che in quella pratica.

L'opera si divide in cinque parti: parte pratica, parte teorica, monografia delle vetture automobili, motocicli, vetture elettriche. L'elegante volumetto termina con un elenco delle riviste e giornali che si occupano di automobilismo e dei più accreditati costruttori di automobili.

Digitized by Google

Chiunque s' interessa dell' importante argomento può trovare in questo libro tutte le cognizioni necessarie, tanto per l' acquisto di una buona macchina, quanto per la sua conoscenza e manutenzione. P. G. MELANI.

TRAMVIE ELETTRICHE,

di MAX SHIEMANN.

Traduzione italiana dell' Ing. F. DESSY.

(Ulrico Hoepli, 1900).

In questo libro sono raccolte, in forma compendiosa, le opinioni non sempre chiare sopra la trazione elettrica.

È raccomandabile al giovine ingegnere perchè non si trovi senza guida nei suoi primi passi in questo campo speciale. Esso mira più specialmente a spiegare i diversi sistemi di trazione, di costruzione e l' esercizio delle ferrovie elettriche.

Questo trattato, scritto da persona che per lunghi anni s' è specializzato in questo limitato ramo della tecnica, deve la sua importanza oltre che alla chiarezza dell' esposizione alla nitidezza delle non poche figure, fra le quali si notano delle bellissime sezioni e piante indispensabili al costruttore elettricista.

Il libro è diviso in sei capitoli.

Nel primo, in succinto, l'A. tratta delle prime linee a trazione elettrica e sistemi vari di essa.

Il secondo capitolo è dedicato alla produzione della corrente elettrica. E quì dopo aver parlato sommariamente delle caldaie, dei focolari, delle motrici a vapore, a gas e ad acqua, tratta del problema di utilizzare, per produzione di forza motrice, il gas economico.

Nel terzo capitolo tratta del sistema di trasmissione della corrente con conduttura aerea, del sistema a tre fili del sistema con conduttura sotterranea, cioè sistema a canale aperto e canale chiuso a sezione, ed infine del sistema ad accumulatori, cioè servizio esclusivamente ad accumulatori e servizio misto, discutendo ampiamente tutti i casi.

Digitized by Google

Nel quarto capitolo, utilizzazione della corrente, l'A. tratta del materiale, dei motori delle vetture, del binario, del calcolo di una vettura motrice, illustrando questa parte con ricche nozioni sui materiali, sulla scelta di esso e sulla costruzione dei motori.

Nel quinto capitolo, esercizio, accenna ai quadri di servizio in rapporto al funzionamento della centrale, al tipo di vettura in rapporto alle spese di esercizio, alla sorveglianza dell' impianto, alle istruzioni tecniche per l' esercizio, alle rimesse per vetture, ecc.

Finalmente il sesto capitolo è dedicato alle spese d' impianto e alle prescrizioni regolamentari.

G. Carro Cao.

COURS DE PHYSIQUE DE L' ECOLE POLYTECHNIQUE,
par JAMIN *et* BOUTY.

PROGRÈS DE L' ELECTRICITÉ,
di E. BOUTY.

(Gauthier Villars, Parigi).

Questo libro non è altro che il 2° supplemento al Corso generale di Fisica. I progressi recenti dell' Elettricità giustificano la sua pubblicazione: esso viene a completare il corso sopra accennato in questa sua parte.

Con maniera del tutto indipendente dal Corso stesso l' A. s' intrattiene sui primi capitoli, sui vari apparecchi e metodi di misura; sulle più importanti ricerche sugli elettroliti e i dielettrici; sul magnetismo, le correnti alternate e ad alta frequenza; nel resto sono abbastanza estesamente trattate le oscillazioni elettriche, i raggi catodici e i raggi X.

Il libro è corredato di molte e precise figure, e siamo certi che per l' importanza degli argomenti che vi sono trattati, sarà bene accolto da tutti gli studiosi che si occupano di questa parte della Fisica. L' editore ha curato, come sempre, che l' edizione riuscisse corretta, nitida ed elegante.

Dott. E. Pasquini.

Digitized by Google

MANUEL PRATIQUE D'HÉLIOGRAVURE EN TAILLE-DOUCE,
per M. SCHILTZ.

(Ed. Gauthier-Villars, Paris 1899).

Pubblicando questo manualetto sull'elio-incisione l'A. si propone d'insegnare al lettore la manipolazione e le formule per mezzo delle quali si può arrivare indubbiamente a ottenere risultati perfetti, anche con i mezzi di cui si può disporre in un laboratorio ordinario.

L'A. dopo lunghi e indefessi studi riusciva a trovare un processo di gran lunga superiore a quelli finora conosciuti, non solo, ma che nessun processo meccanico può rimpiazzare. La bontà del processo è provata da un gran numero di stampe ottenute dall'A. e che rivaleggiano degnamente con quelle della Casa Goupil e C° di Parigi e con quelle delle società analoghe di Berlino.

L'A. in collaborazione col sig. Tessièr du Motay ha aggiunto in appendice alcune note sulla fotografia vetrificata, di grande interesse per le osservazioni importanti alle quali hanno dato luogo P. BACCEI.

RIVISTA

Comptes Rendus. T. CXXVIII, Febbraio 1899.

POINCARÈ H. *Il fenomeno di Hall e la teoria di Lorentz* (pp. 339-341). — Partendo dall'equazioni della teoria di Lorentz, nella quale hanno ufficio essenziale le particelle cariche di elettricità, dette *ioni* o *elettroni*, l'A. calcola la f. e. m. di Hall, la quale resulta dipendente proporzionalmente dalla carica elettrica molecolare resultante. Ne conclude che sarebbe interessante di ricercare sperimentalmente se il fenomeno di Hall esiste per tutti i metalli quando sopportano una forte carica e se cambia di segno con essa.

BROCA A. *Scarica disruptiva nel vuoto. — Produzione di raggi anodici* (pp. 356-358). — L'A. produceva delle scariche disruptive in tubi a vuoto a elettrodi rettilinei e situati di fronte sulla stessa direzione; contemporaneamente alle scariche i tubi s'illuminavano per fluorescenza.

Digitized by Google

L' esame degli elettrodi, dopo qualche tempo di funzionamento mostrava all' anodo un piccolo cratere, mentrechè il catodo restava intatto; anzi le molecole strappate convergevano poi verso la punta catodica, e sotto l' azione dei loro urti queste molecole che si respingevano elettricamente erano proiettate in tutti i sensi dando luogo alla produzione di raggi anodici. Ciò che l'A. ha comprovato, studiando la deviazione magnetica della metallizzazione mediante una forte elettro-calamita di Faraday ed ha trovato che infatti la magnetizzazione era deviata in senso inverso dei raggi catodici.

LUMIÈRE A. e L. *Sull' azione della luce alle temperature molto basse* (pp. 359-361). — Gli A. hanno trovato che le sostanze fosforescenti già eccitate dalla luce perdono istantaneamente le loro proprietà particolari quando si abbassa la loro temperatura a — 191° C.

Però la loro attività è sospesa, non annullata dal freddo intenso: infatti basta riportarle alla temperatura ordinaria, anche dopo trascorsi molti giorni, perchè quelle riprendano la loro fosforescenza colla stessa intensità che presentavano quando furono sottoposte al raffreddamento.

KORDA D. *L' influenza del magnetismo sulla conducibilità calorifica del ferro* (pp. 418-420). — L' A. ha trovato sperimentalmente che la conducibilità calorifica del ferro dolce subisce una diminuzione nella direzione delle linee di forza magnetica, e che resta invece invariata nella direzione delle linee equipotenziali, indipendentemente dal senso della forza magnetizzante.

BORGMANN J. J. e PETROWSKY A. A. *Sopra un caso particolare di oscillazioni elettriche, prodotte da un rocchetto di Ruhmkorff a circuito secondario aperto e sopra un metodo nuovo per misurare le capacità elettriche* (pp. 420 422). — Gli A. hanno osservato che se si fa comunicare ad uno degli elettrodi secondari del rocchetto di Ruhmkorff un filo dritto e lo si sospende in modo da isolarlo completamente, si constata che un tubo di Lecher isolato (tubo cilindrico evacuato, privo di elettrodi) s' illumina quando è disposto all' incirca normalmente alla direzione del filo, non s' illumina quando è disposto parallelamente al filo.

Il rischiaramento del tubo raggiunge la massima intensità quando è posto sul prolungamento del filo a breve distanza da esso. Il tubo di Lecher isolato cessa di emettere luce se s' interpone a qualche centimetro di distanza, parallelamente alla sua lunghezza un filo isolato o un reticolo di fili paralleli, bene isolati, tesi sopra un quadro. La luce del tubo non è affatto attenuata se il filo o il reticolo hanno una direzione normale alla di lui

Digitized by Google

lunghezza, anche se sono interposti fra il tubo ed il filo che comunica col rocchetto.

Nelle condizioni precedenti un tubo di Lecher, isolato, luminoso illumina un tubo consimile, isolato, quando comunica con esso con un filo sottile lungo anche qualche metro.

Gli A. hanno eseguite poi alcune esperienze analoghe a quelle della *bilancia d' induzione* di Hertz e ne hanno dato un' applicazione per la misura delle capacità elettriche.

HURMUZESCU. *Sulla trasformazione dei raggi X operata dai diversi corpi* (pp. 422-425). — L'A. ha studiato il noto rinforzamento dell' azione dei raggi X dovuto ai *raggi secondari o trasformati* che sono dai primi generati, ogniqualvolta investono una superficie metallica, ed ha trovato che i raggi trasformati sono molto più assorbibili dei raggi X da cui provengono. Interponendo differenti corpi sul percorso del fascio incidente e su quello del fascio trasformato, il rapporto dei tempi di scarica varia fra limiti molto estesi. L' intensità dei raggi trasformati dai vari corpi, relativamente ad uno stesso corpo (zinco) dipende dal tubo adoprato e dal suo stato.

I raggi trasformati prodotti da un dato corpo sono di preferenza assorbiti da questo stesso corpo. Questo assorbimento elettivo particolare si manifesta anche se si fa lo studio della scarica sopra due elettroscopi identici, ma dei quali il metallo della gabbia sia diverso: uno di zinco e l' altro di piombo. I raggi trasformati dal piombo danno un tempo di scarica di 51" per l' elettroscopio a gabbia di piombo e soltanto di 29",8 per l' elettroscopio a gabbia di zinco. Questo resultato conferma l' interpretazione di questi fenomeni secondari come una trasformazione di raggi e non con una semplice diffusione. La trasformazione consisterebbe in una conversione dei raggi X in altri raggi di più grande lunghezza d' onda e si compirebbe all' interno del corpo sino ad un certo spessore limite.

BERTHELOT D. *Sul coefficiente di dilatazione caratteristica dello stato gassoso perfetto* (pp. 498-500). — Applicando i resultati sperimentali di Regnault, Amagat e Chappuis, l'A. stabilisce che l' inversa del valore del coefficiente di dilatazione γ dei gas perfetti è dato da $\frac{1}{\gamma} = 273^0$ e che tale valore è approssimato a meno di $0^0,1$.

D'ARSONVAL A. *Interruttore elettrolitico* (pp. 529-532). — L'A. espone l' interruttore ideato dal Dott. Wehnelt, che ha avuto l'idea di intercalare il circuito primario del rocchetto di Ruhmkorff nel circuito di un recipiente di piombo pieno di acqua acidulata al

Digitized by Google

10 % con acido solforico, nella quale pesca un filo di platino saldato alla estremità di un tubo di vetro, dove la punta ed il recipiente di piombo erano uniti rispettivamente ai poli positivo e negativo di una batteria di accumulatori. Così si ottiene il più semplice ed il più perfetto interruttore possibile e da un rocchetto di piccole dimensioni atto a dare 4 cm. di scintilla si possono trarre lunghe e nutrite scintille, operandosi oltre 3000 interruzioni al secondo. Durante il funzionamento dell' interruttore la corrente fa arroventare il filo di platino, attorno al quale si forma una guaina luminosa e si produce un rumore stridulo.

Quest' interruttore è particolarmente favorevole all' esperienze sulle correnti ad alta frequenza e alla radiografia.

L'A. spiega il meccanismo dell' interruzione nel modo seguente: per il passaggio della corrente la punta di platino si arroventa sino al calor bianco, v' è subito calefazione, si forma una guaina di vapore che isola l' elettrodo dal liquido ed arresta la corrente. Il vapore allora si condensa nel liquido freddo, la corrente si ristabilisce ed il fenomeno si ripete. La prova di ciò si è che l' interruttore non funziona più appena l' acqua acidulata arriva verso i 90° C. appena cioè il vapore non può più condensarsi.

Si svolge inoltre attorno alla punta di platino un miscuglio tonante d' idrogeno e d' ossigeno; tale svolgimento è dovuto alla dissociazione dell' acqua operata dal platino al calor bianco.

Amagat E. H. *Saggio di una nuova forma della funzione* $f(p\,v\,t) = 0$ *relativa ai fluidi* (pp. 538-542). — Riferendosi alle sue ricerche precedenti [1]) l'A. nota che se nella equazione

$$(p + \mathrm{P})(v + a) = \mathrm{R\,T}$$

si adotta come espressione della pressione interna P la funzione

$$\pi' = \frac{\mathrm{W}}{3v} = \frac{\Sigma\, r\, \Phi(r)}{3\,v}$$

(dove W è il viriale delle forze interne) il covolume a scompare dalla parentesi $(v - a)$ e se ne trae la relazione

$$\mathrm{K\,T} = \frac{3}{2}\left[p + \frac{\Sigma\, r\, \Phi(r)}{3\,v}\right] v\,.$$

Tenendo conto del comportamento che, secondo i resultati sperimentali, deve avere la funzione rappresentata nel 2° membro,

1) Nuovo Cimento, (3) t. 35.

Digitized by Google

in seguito a varie trasformazioni di calcolo l'A. è giunto a stabilire la formula:

$$\left\{ p + \frac{v - \left[a + m(v-b) + \frac{c}{v-b} \right] T}{k\, v^{2{,}85} - a + n \sqrt{(v-\beta)^2 + d^2}} \right\} v = R\,T$$

nella quale, nel caso dell'anidride carbonica, le costanti hanno i seguenti valori:

$a = 0{,}0000014566$ $\quad \alpha = 0{,}000000198$
$b = 0{,}000947$ $\quad \beta = 0{,}0018425$
$c = 0{,}0000000028832$ $\quad d = 0{,}0002679$
$m = 0{,}0018$ $\quad n = 0{,}0006$

$R = 0{,}00368$
$k = 44{,}6.$

SAGNAC G. *Sulla trasformazione dei raggi X operata dai diversi corpi* (pp. 546-548). — L'A. coordina vari suoi resultati esposti in alcune sue pubblicazioni precedenti.

E. CASTELLI.

Zeitschrift für Physikalische Chemie.

Vol. 28, fasc. 3. 1899.

KIESERITZKY RICHARD. *Determinazione per via elettrometrica della costituzione dei corpi* (pp. 385-423). — L'A. stabilisce alcune relazioni sulla costituzione di 21 composti organici contenenti l'azoto, determinando il potenziale elettrico che si stabilisce, introducendo nell'elettrodo al calomelano, composti derivati da quelle sostanze organiche con il mercurio. La concentrazione dei *mercurioioni* è minore dove il mercurio sostituisce l'idrogeno amidico, anzichè l'idrogeno imidico. Nei composti mercurici che derivano dalla sostituzione dell'idrogeno carbossilico, la tensione dei *mercurioioni* è maggiore che in tutti gli altri composti. Si discute poi la costituzione dei vari composti organici in relazione alle misure elettriche.

BARMWATER F. *Sopra la conducibilità elettrica di mescolanze di elettroliti* (pp. 424-430). — Da considerazioni teoriche l'A. deduce una formula per la conducibilità di mescolanze di elettroliti. Questa formula risponde assai bene per le mescolanze esaminate dall'A., le quali sono di cloruro sodico rispettivamente con cloruro, ioduro, e nitrato potassico, e di tutti questi elettroliti insieme.

Digitized by Google

NOYES A. ARTHUR. *Espressione termodinamica per il calore di soluzione e di dissociazione degli elettroliti* (pp. 431-438). — L'A. fa delle obbiezioni alla formula proposta dal van Laar per il calore di soluzione e sostiene la propria che è una modificazione di quella del van 't Hoff:

$$\frac{L}{RT^2} = \frac{v + (n - v)\,x}{v - (v - 1)\,x} \cdot \frac{d \log S}{d T} + \frac{(n - 1)\,x\,(1 - x)}{v - (v - 1)\,a} \cdot \frac{d \log K}{d \log T}$$

dove L esprime il calore molecolare di soluzione; S la solubilità; K la costante empirica della legge della diluizione in cui si ha per esponente v; x è il grado di disscciazione ed n il numero degli ioni. Per il calore di dissociazione sostiene la formula:

$$\frac{Q}{RT^2} = \frac{n = 1}{v - 1} \cdot \frac{d \log K}{d \log T}$$

dove Q è il calore di dissociazione. Questa espressione si verifica in tutti quei casi in cui gli elettroliti non seguono la legge della diluizione.

BEIN DR. WILLY. *Alcune esperienze sopra il trasporto dei sali in relazione alla natura delle membrane che separano fra loro le soluzioni dagli elettrodi — Contributo al comportamento delle membrane sulle soluzioni saline* (pp. 439-452). — I numeri di trasporto trovati dall'A. quando non impiegava membrana, oppure impiegava un setto di terra porosa, o di pergamena, si discostano un poco da quelli trovati dall' Hittorf il quale impiegava come setto poroso pelle dell' intestino di bue. Perciò queste differenze l' A. l' attribuisce alla diversa permeabilità delle membrane, e infatti impiegando foglia d'oro, vescica di pesce o altre membrane animali ottiene dei numeri come quelli dell' Hittorf. Le sostanze con cui sperimentò sono HCl, NaCl, LiCl, $CaCl_2$ e $CdCl_2$.

La minore velocità relativa dei cationi in confronto di quella degli anioni, secondo l'A. potrebbe dipendere o da una azione chimica determinata dalla membrana; oppure dalla polarizzazione che interviene attorno alla membrana.

MEYERHOFFER W. e SAUNDERS A. P. *Intorno alle coppie reciproche di sali* (pp. 453-493). — In appoggio alla reazione:

$$2\,Na_2SO_4\,10\,H_2O + 3\,KCl = K_3Na\,(SO_4)_2 + 3\,NaCl + 20\,H_2O$$

colla quale viene rappresentata una esperienza del van 't Hoff e Reicher (*Zeitsch. phys. Chem.* 3, 482) gli A. prendono in esame il sale doppio del Penny $K_3Na\,(SO_4)_2$ (glaserite), ottenuto dal sale di Glauber + KCl alla temperatura di 4°,4.

Digitized by Google

La discussione della sua condizione d' equilibrio conduce ad un nuovo intervallo che sarebbe l' *intervallo del sale doppio* nelle coppie reciproche di sali. Dagli A. sono determinate anche le più importanti temperature di trasformazione dei sali idrati, sia soli, che in presenza di altri sali, seguendo il metodo termometrico, densimetrico, e quello dovuto alla solubilità, descrivendo particolarmente quest' ultimo.

BAKHUIS ROOZEBOOM H. W. *La solubilità e il punto di fusione come criterii per i composti racemici, per i cristalli pseudoracemici e per i conglomerati inattivi* (pp. 494-517). — Vengono prese in esame e discusse le proprietà che intervengono nelle curve di solubilità, di evaporazione, e di fusione per le tre diverse forme di combinazione. Inoltre sono presi in esame i passaggi e le trasformazioni dei tre tipi in quanto che un composto racemico a seconda della temperatura può trasformarsi in un conglomerato o in una mescolanza isomorfa.

NOYES A. ARTHUR e CHAPIN S. EDWARD. *Influenza degli elettroliti a due ioni sulla solubilità degli elettroliti a tre ioni affatto differenti* (pp. 518-522). — Dopo una breve introduzione teorica viene considerato il caso, della solubilità dell' elettrolita trijonico, idrato di calcio, in presenza dell' elettrolita dijonico cloruro ammonico che per doppia decomposizione dà una sostanza pochissimo dissociata l' idrato d' ammonio. La solubilità calcolata teoricamente, coincide entro i limiti d' errore con quella trovata sperimentalmente.

SULLIVAN C. EUGENE. *Studi sulle combinazioni del jodio* (pp. 523-545). — Dalla conducibilità elettrica e dalla velocità di saponificazione dell' acetato di metile, l'A. conclude che l' idrato di difeniljodonio è una base energica.

Inoltre dà per il jodio i seguenti poteri rifrangenti rispetto alla formula n e n^1:

	R_D	R^1_D
Nel jodobenzolo.	25,9	14,1
Come jone.	28,3	16,6
Nel difeniljodonio	27,9	17,1
» cloruro di jodobenzolo .	36,8	18,7.

La rifrazione atomica del J. nel jodato potassico è assai minore che quella corrispondente al joduro, mentre la rifrazione atomica del Cl e del Br rispettivamente nel clorato, e bromato potassico supera di 6,29 e 6,15 quella allo stato di ione. Dal potenziale elettrico del cloruro di jodobenzolo confrontato con quello del cloro libero risulta che quello del Cl è un poco superiore a

Digitized by Google

quello del J. Il potenziale del JCl, RbClJCl e RbCl + JCl in soluzione cloridrica è eguale in tutti e tre i casi.

Dalle misure del punto di congelamento e conducibilità elettrica risulta che il RbClJCl e JCl in soluzione cloridrica non sono totalmente decomposti.

HITTORF W. e SALKOWSKI H. *Intorno ad una riguardevole classe di acidi inorganici, e al loro comportamento elettrolitico* (pp. 546-555). — Si tratta degli acidi cloroplatinico, e cloro aurico.

Nella loro elettrolisi il cloro e il metallo si trasportano all'anodo, e l'anione $\frac{Au\,Cl_4O}{2}$ ha il numero di trasporto da 0,227 fino a 0,233. Supponendolo monovalente $(Au\,Cl_3OH)'$ si hanno valori metà. I cloruri di Pt e Au sono composti intermediarii fra i cloruri veri sali, e quelli che con l'acqua sono completamente idrolizzati. In essi l'idrolisi è determinata solo dagli alcali e non dall'acqua. Dott. R. SALVADORI.

Philosophical Magazine. Vol. 47, Maggio 1899.

PITCHER F. H. *Effetti della temperatura e della magnetizzazione circolare sul filo di ferro magnetizzato longitudinalmente* (pp. 421-433). — Un filo di ferro, introdotto in un solenoide, era scaldato facendolo percorrere da una corrente elettrica. In tal modo si aveva anche una magnetizzazione circolare del filo; ma l'effetto di questa era determinato, studiando il fenomeno quando il filo era immerso in un bagno d'acqua, nel quale si manteneva alla temperatura ordinaria. I resultati ottenuti son rappresentati mediante opportune curve, e coincidono con quelli del Curie (*C. Rend.* 118, p. 859).

BARTON E. H. *Resistenza equivalente e induttanza di un filo percorso da correnti oscillanti* (pp. 433-441). — Modificando leggermente il calcolo del Rayleigh (*Phil. Mag.* Maggio 1886) l'A. ottiene per la resistenza e per l'induttanza che un filo oppone alle correnti alternate, una formula più generale, che include il caso delle scariche di un condensatore e quello delle onde generate da un oscillatore di Hertz. Le formule stabilite dall'A. considerano anche il caso che le oscillazioni elettriche sieno smorzate.

FILON L. N. G. *Su certe frange di diffrazione applicabili alle osservazioni microscopiche* (pp. 441-461). — Questa nota, di natura analitica e che non si presta ad esser riassunta, è un'estensione di un lavoro analogo di A. A. Michelson (*Phil. Mag.* (5), 30, p. 256).

BARUS C. *Assorbimento dell'acqua nel vetro caldo* (pp. 461-479). — L'A. descrive delle esperienze eseguite con dei tubi di

Digitized by Google

vetro capillari, contenenti un indice di acqua fra due indici di mercurio. Scaldando e comprimendo quell'acqua, si osserva la formazione di un vetro siropposo, di cui l'A. studia le proprietà.

Lord KELVIN. *Sulla forza che occorre applicare in uno spazio limitato, per produrre onde sferiche solitarie, o una serie di onde periodiche, sia senza cambiamento di volume, sia prive di rotazione in un solido elastico* (pp. 480-493). — Scopo di questa Nota è di determinare la forza che deve applicarsi al contorno S di una cavità di qualunque forma praticata entro un solido, per produrre e mantenere entro la massa del solido un moto di qualunque specie, e di risolvere il problema inverso di trovare cioè il moto quando è data la forza applicata ad S pel caso particolare in cui S è una superficie sferica ed il solido è ritenuto rigido. In questo fascicolo è contenuta soltanto la prima parte di questa Nota; ma è impossibile riassumere le numerose formule che contiene.

CHREE C. *Denudazione e deposizione* (pp. 494-496). — Riferendosi alla Nota dello Stoney sul medesimo soggetto (*N. Cim.* (4), 10, p. 160, 1899) l'A. fa osservare che i calcoli relativi al cambiamento di volume della terra per la deposizione di nuovo materiale o per la denudazione che essa possa subire, sono molto modificati se si suppone che soltanto lo strato più superficiale della terra sia compressibile, e che il nucleo si comporti come un corpo incompressibile.

A. STEFANINI.

Digitized by Google

TRE METODI PER LA MISURA DI PICCOLI ALLUNGAMENTI.

Nota del Dott. GUIDO ERCOLINI.

Dovendo, in alcune mie ricerche, misurare degli spostamenti piccolissimi, ho immaginato per ciò tre metodi, e qui li descrivo.

Il primo è fondato sulla nota proprietà del ponte di Wheatstone, e richiede l' uso del galvanometro; il secondo sulla misura della caduta di potenziale lungo una grande resistenza, e richiede l' uso dell' elettrometro; il terzo, il più semplice, non richiede nessuno strumento speciale.

Il ponte di Wheatstone è già stato applicato prima dall' Edison [1]) nel suo *microtasimetro*, suggerito poi dal Michelson [2]) per la misura delle piccolissime variazioni di temperatura mediante la dilatazione dell' ebanite, ed in ultimo usato da H. F. Weber [3]) nel suo *microradiometro*.

Nessuno, ch' io sappia, lo ha applicato alla misura di allungamenti molto piccoli, come nessuno, io credo, si è servito degli altri due metodi.

Primo metodo.

Nel ponte di Wheatstone, rappresentato dalla fig. 1, il conduttore B A D è costituito da una resistenza liquida, nella quale pesca uno scandaglio A, rigidamente unito al punto di cui si vuol determinare lo spostamento; mentre gli altri due lati ρ, ρ' sono resistenze ordinarie, che comprendono un filo metallico E F.

Fig. 1.

Ad un dato spostamento di A ne corrisponderà, per ristabilire l'equilibrio, uno del contatto scorrevole C tanto maggiore, quanto minore sarà la resistenza di E F in confronto a quella della soluzione.

1) The American Journal of Sc. and Arts. Vol. 17, p. 52, 1879.
2) Journal de Physique, pag. 183, 1882.
3) Archives de Genève, Ottobre 1887.

Digitized by Google

Vediamo di determinare le condizioni più favorevoli. Per l'equilibrio del ponte dovrà essere:

$$(1) \qquad \frac{r}{r'} = \frac{\rho}{\rho'} .$$

Se r e ρ aumentano di quanto r' e ρ' diminuiscono, si ha:

$$dr = \frac{r + r'}{\rho + \rho'} d\rho ;$$

che per $r = r'$ e $\rho = \rho'$ diviene:

$$dr = \frac{r}{\rho} d\rho ;$$

Ma: $r = \frac{k}{s} l$ se l è la lunghezza, k la resistenza specifica ed s la sezione e quindi:

$$(2) \qquad dl = \frac{l}{\rho} d\rho .$$

Dalla variazione della resistenza ρ si può dedurre la variazione di lunghezza delle r.

La (2) mostra che si ha vantaggio a fare l molto piccolo e ρ molto grande; ma in pratica riesce scomodo fare l minore di 1 mm., e perciò supporremo che abbia questo valore. Conviene poi che la resistenza ρ sia dello stesso ordine di grandezza di r, poichè così si hanno quasi uguali i quattro lati del ponte, e siamo perciò nelle condizioni migliori di sensibilità.

Se, per es., ρ e ρ' comprendono un filo EF la cui resistenza per metro è di 0,01 ohm, uno spostamento di 1 mm. del contatto C corrisponde a 0,00001 ohm; se $\rho = \rho' = 100$ ohm ed $l = 1$ mm. si ha:

$$dl = \frac{1}{10\,000\,000} \text{ mm.}$$

Basta dunque che il galvanometro dia una deviazione di una sola divisione piccola della scala per 1 mm. di spostamento di C, per essere nelle condizioni migliori.

Trattandosi di resistenze liquide le cause d'errore da temersi sono: la polarizzazione e la variazione di temperatura.

Digitized by Google

Se le resistenze dei due lati A B, A D fossero e rimanessero sempre esattamente uguali, quest' ultima causa d' errore si compenserebbe, poichè, come si vede dalla (1), altererebbe ugualmente i due termini di una frazione. Ma dovendo misurare degli spostamenti, la loro uguaglianza non può mantenersi, e però le cause d' errore si possono far sentire: se non che, applicando il metodo alla misura di spostamenti rettilinei *piccolissimi*, la differenza di resistenza dei due lati non potrà esser molto grande: e d' altra parte la polarizzazione si può rendere trascurabile adoprando una corrente debole e alternata fra elettrodi di zinco amalgamato, immersi in una soluzione di solfato di zinco, neutralizzata con carbonato di zinco e bollita a lungo, tenendovi sempre immersi gli elettrodi.

L' influenza della temperatura si rende trascurabile adoprando un largo recipiente con molto liquido, e tenendo chiuso il circuito pel minor tempo possibile; il che favorisce anche la diminuzione di polarizzazione.

Per la prima causa d' errore ho in principio tentato di adoprare il rocchetto Ruhmkorff e il telefono, ma senza successo, perchè non potevo disporre di due resistenze ρ e ρ' che avessero esattamente uguali la capacità e il coefficiente d'autoinduzione; e perciò ho pensato di far percorrere la soluzione dalla corrente d' una pila, invertita da un opportuno alternatore, e di disporre le cose in modo che nel galvanometro passi solamente la corrente che va in un senso.

Ho costruito diversi di questi alternatori, e siccome sono semplicissimi e mi hanno dato buoni risultati, li descrivo brevemente.

1.° Una corda metallica (fig. 2) fissa in M, N passa per la gola d' una carrucola C; i due tratti di essa, tesi orizzontalmente in un piano verticale, portano nel loro mezzo due cilindretti di ferro dolce c, c', che si trovano davanti alle elettrocalamite E, E', nelle quali passa la corrente d' una pila P, interrotta dalla corda stessa mediante i pozzetti di mercurio α, β. I cilindretti c, c' portano una listerella d'ebanite l, l', alla quale sono attaccate le forcelle metalliche 1, 2, 3, 4 che vengono a pescare in pozzetti di mercurio. Se N C è abbassato la corrente della pila p segue la via: a, 1, b, B, S, A e 2, d; se

Digitized by Google

invece è abbassato M C segue l'altra: a, a' 3, b', e, A, S, B, b, e', 4, d', d, e la resistenza S viene così ad essere percorsa da correnti invertite.

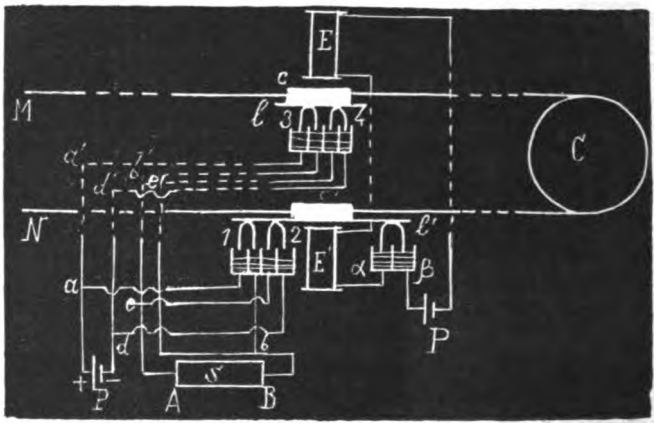


Fig. 2.

Il circuito del galvanometro viene chiuso da un tratto solo della corda in modo simile a quello che descriverò in appresso.

2.° È fondato sulla nota esperienza del Sauveur [1]) sulle corde vibranti.

Una corda tesa orizzontalmente (fig. 3) è fissa in M, N; lo spigolo di un sostegno S la tocca leggermente dal basso e nel suo mezzo. A $^3/_4$ della sua lunghezza, essa porta un cilindretto

Fig. 3.

di ferro dolce c, che si trova davanti ad una elettrocalamita E, nella quale passa una corrente interrotta, al solito modo, dalla corda stessa. Se nel mezzo di M S si trova un cilindretto c' di massa uguale a c, il tratto M S della corda vibra in opposi-

1) Mémoires de l'Acad. de Sciences, 1701. — Vedi anche Ròiti. Elementi di fisica, Vol. 1°, pag. 319, 4. edizione.

Digitized by Google

zione di fase con S N, e può quindi chiudere dei circuiti, mentre S N ne apre altri.

3.° È un' applicazione della bella esperienza del Prof. Bongiovanni sulla vibrazione longitudinale delle spirali [1]).

Una spirale cilindrica è scelta di lunghezza tale che, mentre vibra, si produce un nodo nel suo mezzo; le altre due porzioni vibrano in opposizione di fase e servono, perciò, nel modo solito, ad alternare una corrente [2]).

4.° Una spirale è fissata nel suo mezzo ad un sostegno ed è di filo sufficientemente grosso perchè anche la parte superiore stia verticale; alle sue estremità porta saldati due dischetti di ferro che si trovano davanti a due elettrocalamite. Funziona come il primo descritto.

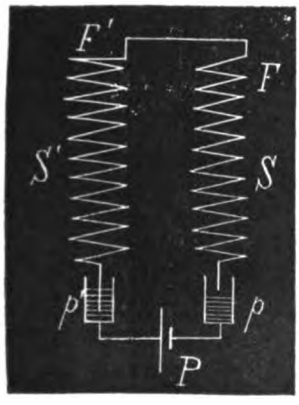


Fig. 4.

5.° Due spirali identiche S, S' (fig. 4) fisse in F, F' sono percorse, in serie, dalla corrente d' una pila P, che rimane interrotta solo quando S emerge dal pozzetto p, poichè S' pesca sempre in p'. Se alle loro estremità inferiori portano delle listerelle di ebanite, a cui siano attaccate delle forcelle metalliche, esse, con la solita disposizione, possono alternare una corrente, purchè le oscillazioni siano ampie. Due interruttori Ròiti [3]) a spirale uguale servono benissimo.

1) Accad. delle Scienze Mod. e Nat. di Ferrara. Comunicazione del 24 Marzo 1898.

2) Credo che il metodo delle spirali cilindriche adoperato dal Prof. Bongiovanni per rappresentare le onde stazionarie longitudinali, possa applicarsi facilmente alla misura della frequenza d' una corrente alternata, in questo modo: La corrente percorre una elettrocalamita che agisce su di un pezzo di ferro dolce, portato da una spirale cilindrica. Regolando opportunamente la lunghezza di questa, in modo da avere un numero intero di nodi e ventri, si ha pel periodo T di oscillazione doppia:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{P + k\,p}{\Phi\, g}}$$

dove P è il peso pendente dalla spirale, p il peso di questa, k un coefficiente facilmente determinabile, e Φ il rapporto fra il peso che produce un certo allungamento nella spirale e questo allungamento. L' errore può ridursi a 0,1 per $^0/_0$.

Non ho però fatto esperienze in proposito.

3) Elettricista, 1897, pag. 256.

Digitized by Google

6.° È fondato sulle note esperienze del Melde [1]). Da un rebbio verticale di un elettrodiapason parte orizzontalmente un cordoncino regolato convenientemente perchè, quando vibra, vi si formi un solo nodo nel mezzo. Se si legano al cordoncino delle forcelle, sufficientemente corte e leggere, di filo sottile di metallo, queste possono chiudere dei circuiti, venendo a pescare in pozzetti di mercurio.

Con questo alternatore si ha una grandissima regolarità di funzionamento, e delle escursioni di due e più centimetri, ed inoltre si può, con facilità, variare e determinare esattamente il numero di interruzioni.

Per queste ragioni l' ho definitivamente adottato nelle mie esperienze, nelle quali ho adoprato la disposizione indicata dalla figura 5.

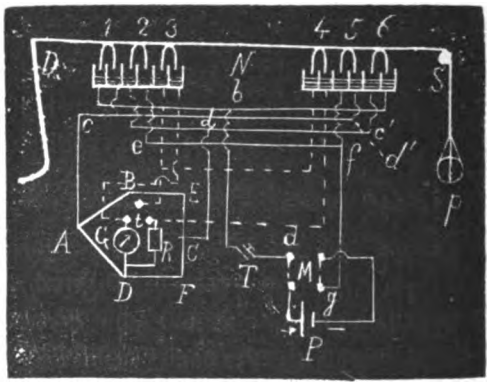


Fig. 5.

DS è la cordicella che porta sei forcelle di sottile filo di rame, sotto le quali si trovano 12 pozzetti di mercurio. Se DN è abbassato ed NS alzato, la corrente della pila P segue la via: a, T, b, 1, c, A $\left\{\begin{matrix}\text{BE}\\\text{DF}\end{matrix}\right\}$ C, d, 2, e, f, g. Se invece è abbassato NS segue l'altra via: a, T, b, 6, c', d, C $\left\{\begin{matrix}\text{EB}\\\text{FD}\end{matrix}\right\}$ A, c, 5, f, g. Dunque nella soluzione BAD la corrente passa in sensi contrari.

2) Pogg. Ann., 1860, pag. 193 — Vedi anche: Ròiti. Elementi di fisica, vol. 1°, pag. 326, 4. edizione.

Digitized by Google

La forcella 3 serve a mettere in circuito il galvanometro G solo quando D N si abbassa, mentre quando è abbassato NS, la 4 introduce in circuito una resistenza R uguale a quella di G; così che, rimanendo le condizioni dei circuiti sempre le stesse, nella soluzione circola, in ogni caso, una corrente d'intensità uguale nei due sensi.

Per evitare l' influenza dell' induzione bisogna che il galvanometro si chiuda dopo degli altri circuiti e poi si apra prima: per ciò la forcella 3 è più corta delle 1 e 2.

I due lati AB, AD sono costituiti da una soluzione di solfato di zinco, contenuta in un vaso capace di 240 cm.^{3} circa, nella quale sono immersi tre elettrodi di zinco puro amalgamato.

È noto [1]) che la resistenza elettrica d' un mezzo indefinito nel quale si propaga una corrente, portata da elettrodi piani e circolari, è proporzionale alla distanza dei due piani, ed inversamente proporzionale ai raggi dei due dischi. Per questo i due elettrodi estremi B, D sono costituiti da cilindretti di zinco del diametro di circa 2 mm., ottenuti tagliando un cilindro di zinco ben tornito, e sono contenuti in tubi di vetro. L'elettrodo mobile A è una lastrina di zinco di circa 4 mm. di diametro.

Osserviamo che la formula (2) è stata ottenuta nell' ipotesi che $r = r'$ per una stessa lunghezza l dei due lati AB, AD. Ora, se in pratica si può ottenere che $r = r'$, è però impossibile che AB, AD riescano rigorosamente uguali in lunghezza, sia perchè le sezioni degli elettrodi non possono costruirsi identiche fra loro in superficie, sia perchè non sarà identico lo stato fisico delle superfici stesse, sia perchè esse non si troveranno fra loro esattamente parallele. Ma ad ogni modo se $r = r'$ la (2) diverrà:

$$dl = \frac{l \pm \varepsilon}{\rho} d\rho .$$

dove ε rappresenta l' errore nella valutazione di l, e sarà

1) G. Wiedemann. Die Lehre von der Elektricität. Band 1, pag. 369, 1882.

Digitized by Google

tanto più piccolo, quanto più le superfici degli elettrodi saranno parallele ed uguali di area e di stato fisico [1]).

Per montare l' apparecchio ho operato in questo modo: Poichè l' elettrodo A è portato da una vite micrometrica che dà il 0,01 di mm., e il B da una che dà il $^1/_{360}$ di mm., dopo aver disposte le superficie degli elettrodi il più possibile parallele fra loro, ho messo a contatto i tre elettrodi A, B, D; poi ho scostato B di 2 mm., ed ho portato A circa nel mezzo fra B e D.

Per tentativi ho poscia variato la concentrazione della soluzione, in modo che la sua resistenza (determinata col telefono) fra B e D fosse il più possibile prossima a 200 ohm. Fatto quindi $\rho = \rho' = 100$ ohm, ho spostato A finchè, adottata la disposizione della fig. 5, il galvanometro non stava a zero, quando il contatto C era nel mezzo al reocordo EF. Questo è formato da un filo di rame lungo 1 m. e del diametro di mm. 1,75, teso sopra una scala incisa su di uno specchio: il suo punto di mezzo *elettrico* coincide, a meno di 2 mm., col suo mezzo *geometrico;* la sua resistenza è di 0,011 ohm.

Se la sensibilità del galvanometro è grande, è molto difficile, manovrando la sola vite, cogliere il punto in cui l' elettrodo A riduce $r = r'$, ed anzi esattamente non vi sono mai riuscito; per lo che ho dovuto sempre spostare un poco il corsoio C [2]), ma non mai più di 2 mm.

1) Si può calcolare facilmente l'errore ε così: Se $r = r'$ in valore, ma non in dimensioni, si ha: $\frac{l}{s} = \frac{l'}{s'}$ da cui: $l = \frac{sl'}{s'}$. Se per lunghezza si prende la media $\frac{l+l'}{2}$, si ha:

$$\frac{l+l'}{2} = \frac{sl+s'l'}{2s'}$$

e se:

$$s' = s \pm d\sigma.$$

allora:

$$\frac{l+l'}{2} = \frac{sl'+(s \pm d\sigma)l'}{2(s \pm d\sigma)}$$

quindi:

$$\pm\varepsilon = \frac{sl'+(s \pm d\sigma)l'}{2(s \pm d\sigma)} - l'.$$

2) Non è da temersi che il contatto scorrevole C porti del disturbo, perchè esso fa l' ufficio di ugualizzatore di potenziale, e le variazioni di resistenza al punto di contatto sono trascurabili di fronte a quelle dei lati del ponte.

Digitized by Google

Uso poi chiudere sempre prima il circuito della pila P, ora in un senso ora in un altro, mediante il commutatore M, indi contemporaneamente in *t*, il circuito del galvanometro e della resistenza ausiliare R; e perchè queste chiusure riescano più spedite, si fanno per mezzo di tasti T, e *t*.

Ho voluto provare il metodo, e perciò ho saldato l' elettrodo A all' estremità di un cilindretto di ferro lungo 1 cm.; sul quale ho avvolto uno strato di 5 giri di filo di rame isolato, il prolungamento del quale ricuopre, in modo simile, un altro cilindretto uguale al primo e spostabile in maniera da compensare (per la corrente di 2 ampère) l' azione del primo sul galvanometro.

La resistenza $r = r'$ è di 104,65 ohm; e 130 ohm è quella interna del galvanometro, la cui sensibilità è tale che una divisione piccola della scala, posta a m. 2,30 dallo specchio, corrisponde allo spostamento di 1 mm. nel contatto C.

Disposte le cose in tal modo, basta mandare la corrente di 0,1 ampère nel circuito che ricuopre i cilindretti, per avere al galvanometro la deviazione di 1 divisione piccola. Calcolando, mediante la (2), l' allungamento subito dal cilindretto, si trova che esso è di:

mm. 0,000 000 105.

Ma per vedere se il metodo si presta ad eseguire delle misure, occorre produrre un allungamento determinato e cercare poi di ritrovarne il valore.

È chiaro che l' allungamento da prodursi dev' essere estremamente piccolo, sia perchè conviene col contatto C allontanarsi il meno possibile dal mezzo di E F [1]), sia perchè questo è di piccolissima resistenza. Conveniva dunque o ricorrere alla dilatazione termica di qualche metallo, il cui coefficiente di dilatazione fosse preventivamente determinato con precisione, oppure adoprare uno spostamento, abbastanza grande, quale può darlo, p. es., la vite micrometrica d' uno sferometro, e cambiare il filo del reocordo in un altro di maggiore resistenza.

1) La sensibilità è massima quando C è nel mezzo al reocordo, e nulla quando è alle sue estremità.

Digitized by Google

Fra le due mi sono attenuto alla seconda soluzione, perchè più semplice [1]).

Ho sostituito al filo di rame un filo di argentana lungo 1 m. e di 0,5 ohm di resistenza, ed ho regolato la sensibilità del galvanometro in modo che, anche quì, una divisione piccola della scala corrispondesse allo spostamento di C di 1 mm. Mediante la vite di uno sferometro, che dà il 0,001 di mm., ho prodotto lo spostamento di 0,001 mm. nell'elettrodo A, adoperando sempre la solita soluzione [2]). Ho avuto al galvanometro una deviazione di 210 divisioni piccole. Siccome ognuna di esse corrisponde ad 1 mm. del filo, si ha la variazione di resistenza nei due lati AB, AD di 0,105 ohm; valore molto prossimo a 0,10465 che si deduce dal calcolo.

Ho spostato C fino ad annullare la deviazione del galvanometro, ed ho misurato la resistenza del tratto di EF compreso fra le due posizioni di C: essa è uguale a 0,1045.

Ho poi prodotto un altro 0,001 mm. di spostamento in A, ed ho avuto una deviazione nel galvanometro di 208,5 divisioni piccole, che corrispondono a 0,10425 ohm di variazione di resistenza nella soluzione. Questo valore è un po' discosto da 0,10465; ma è da avvertire che la sensibilità è molto diminuita, poichè C non è più nel mezzo al reocordo.

Da queste, come da altre prove eseguite in diversi punti della vite, e che mi hanno dato risultati affatto simili, si può concludere che, purchè ci si discosti il meno possibile dal mezzo del reocordo, il metodo si presta a misure esatte [3]).

In ultimo è utile avvertire che, se ci si accontenta di una sensibilità minore, la disposizione può rendersi molto più sem-

1) Ed anche perchè i disturbi causati dai tramways elettrici mi obbligavano a lavorare dopo mezzanotte. L'elettrometro di Lippmann non sarebbe stato abbastanza sensibile.

2) Essa era ricoperta da un sottile strato di olio, perchè non si evaporasse.

3) Se questo metodo si applicasse al termometro a gas immaginato dal Prof. G. Grassi (Rendiconti della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Mat. di Napoli, fasc. 1°, Giugno 1885) che dà uno spostamento di una colonna liquida di *un metro e mezzo per grado*, si otterrebbe il

$$\frac{1}{15\,000\,000\,000}$$ di grado.

Si avrebbe così un micro-radiometro d'una sensibilità molto superiore al miglior bolometro.

Digitized by Google

plice adoprando del mercurio invece della soluzione di solfato di zinco. In tal caso però è difficile ottenere una resistenza per mm. maggiore di 0,05 ohm. È vero che nella (2) non entra la resistenza r, e perciò, facendo ρ assai grande, si potrebbe ottenere, nella misura dello spostamento, sempre una sensibilità grandissima; ma occorrerebbe aumentare molto la f. e. m. della pila e la sensibilità del galvanometro, poichè se ρ fosse grande saremmo molto distanti dalle condizioni migliori per la massima sensibilità del ponte.

Se invece si facesse $\rho = 1$ ohm solo, e il filo EF fosse di 0,01 ohm di resistenza, la (2) darebbe:

$$dl = \frac{1}{100\,000} \text{ mm.}$$

che rappresenta sempre una grande sensibilità.

In tal caso si potrebbe adoperare l'elettrometro di Lippmann.

Bisognerebbe però usare delle speciali precauzioni per salvaguardiarsi dalle variazioni di temperatura.

Secondo metodo.

AB è una vaschetta (fig. 6) contenente una soluzione di solfato di zinco, percorsa dalla corrente d'una pila P, che vi

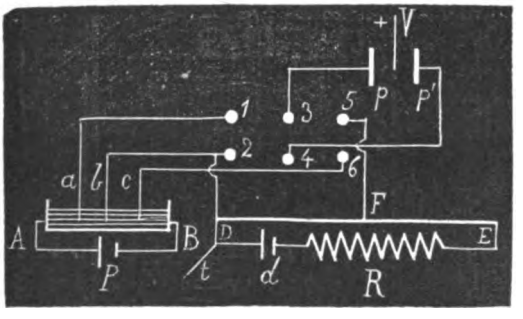


Fig. 6.

arriva per mezzo di elettrodi di zinco amalgamato. Nella soluzione pescano tre fili di platino a, b, c, dei quali a e c sono fissi, e b va soggetto allo spostamento che si tratta appunto di

Digitized by Google

misurare; mentre poi a comunica col pozzetto 1 di un commutatore a sei pozzetti (1, 2, 3, 4, 5, 6) b col 2 e c col 6. I pozzetti 3 e 4 comunicano coi piattini p, p' di un elettrometro di Hankel, la cui foglia è portata ad un potenziale $+V$ costante da una pila a secco. Il pozzetto 2 comunica anche con l'estremo D d'un filo metallico DE, percorso dalla corrente d'una pila d, regolata da un reostata R, e messo a terra in un punto t; invece il 5 comunica con un contatto F scorrevole sul filo DE.

Il metodo consiste nel compensare la variazione di caduta di potenziale, prodotta dallo spostamento di b, mediante la caduta di potenziale lungo il filo DE.

Se i pozzetti 3 e 4 comunicano con 1 e 2, la foglia dell'elettrometro dà una certa deviazione α; se invece, gli stessi pozzetti comunicano con 5 e 6, affinchè si abbia la stessa deviazione α della foglia, bisogna che, se F coincide con D, la caduta di potenziale fra b e c sia uguale a quella da a a b.

Ottenuto questo, se b si sposta avvicinandosi a c, la differenza di potenziale fra a e b aumenta e diminuisce invece quella fra b e c. Se si vuol rendere quest'ultima uguale alla prima dovremo spostare di un certo tratto F su DE. Se poi F è sul mezzo di DE, e questo è sufficientemente lungo, si possono anche valutare gli spostamenti di b verso a.

Dallo spostamento di F si può in ogni caso dedurre l'ingrandimento, cioè il rapporto fra lo spostamento di F e quello di b. Infatti, la differenza di potenziale fra a e b è:

$$e = i r$$

da cui, se l'intensità rimane costante,

$$de = i\,dr.$$

Ma $r = \frac{k}{s} l$ quindi:

$$(1) \qquad dl = \frac{de}{i\frac{k}{s}}.$$

Ma la de viene compensata dalla caduta di potenziale lungo il filo DE, e perciò se R è la resistenza di esso, ed I l'intensità della corrente che vi passa:

$$de = I\,dR,$$

Digitized by Google

e, posto $R = \frac{K}{S} L$, si trova:

$$(2) \qquad d L = \frac{d e}{I \frac{K}{S}} .$$

Dalle (1) e (2) pensando che se aumenta la distanza $a b$, in pari tempo la $b c$ diminuisce della stessa quantità e quindi bisognerà con F spostarsi il doppio, si ricava:

$$(3) \qquad \frac{d L}{d l} = 2 \frac{i}{I} \cdot \frac{k}{K} \cdot \frac{S}{s} .$$

Converrà dunque fare I, K, s piccoli e i, k, S grandi, e, mediante una scelta opportuna di queste quantità, si può avere un ingrandimento, $\frac{d L}{d l}$, illimitato. Ma in pratica non si potrà sorpassare un certo limite, perchè tutto dipenderà dalla sensibilità dell' elettrometro, il quale deve avere una capacità trascurabile di fronte alla capacità di polarizzazione degli elettrodi parassiti a, b, c, e perciò in queste esperienze non si può adoperare quello di Lippmann. Per questa ragione ho usato quello di Hankel che non potrà dare molto più del 0,001 di volta. Se vogliamo che esso senta almeno un mm. di filo DE, allora nella (2) $d L = 0{,}1$ e $d e = 10^5$ C. G. S. e perciò:

$$\frac{S}{IK} = \frac{1}{10^6}$$

che introdotta nella (3) dà:

$$\frac{d L}{d l} = 2 \frac{i k}{10^6 . s} .$$

Se non si vuole che la temperatura del conduttore s' innalzi di troppo, la I non potrà avere un valore assai elevato, poichè si tratta d' una resistenza liquida per la quale è bene che k sia molto grande. Ma si potrà far circolare in AB la corrente di 0,01 ampère $\left(i = \frac{1}{1000} \text{ C. G. S.} \right)$ prendendo la sezione di 1 mm.^{2} $\left(s = \frac{1}{100} \text{ C. G. S.} \right)$; e se la soluzione contiene

Digitized by Google

5 gr. di sale in 100 gr. di soluzione ($k = 53.10^9$ C. G. S) [1]) si ottiene:

$$\frac{dL}{dl} = 10\,600 .$$

Il metodo dunque è abbastanza sensibile per la misura dei piccoli allungamenti.

Quanto al filo DE è bene che sia di argentone (K = 20763 C. G. S) [2]); se è di 1 mm.^{2} di sezione dalla (2) si ricava che basta farlo percorrere da una corrente di 0,05 ampère, perchè l' elettrometro senta 1 mm. di esso.

Quanto all' elettrometro ho pensato di modificarlo in modo che presentasse la minore capacità possibile insieme alla massima sensibilità.

Per conseguire questo scopo ho sostituito alla foglia d' oro un filo semplice di bozzolo, reso conduttore col ricoprirlo della comune porporina del commercio (solfuro di stagno). Per ricuoprire il filo ho proceduto nel seguente modo: ho mescolato della porporina con una soluzione molto diluita di gomma, ho teso il filo orizzontalmente su due sostegni, mediante due piccoli pesi, poi, con un pennellino di vaio, ho ripetutamente spalmato il filo del miscuglio, aspettando ogni volta che fosse bene asciutto. Dopo quattro o cinque volte si ha un filo conduttore che si applica con facilità all' elettrometro, mediante una piccola goccia del miscuglio.

È vero però che la gomma è igroscopica, ma questo inconveniente si evita facilmente mettendo entro l' elettrometro un bicchierino con acido solforico.

Il filo che io ho adoprato si è mantenuto sempre identico a se stesso per molti giorni di seguito.

Occorre però aver cura che esso non vada mai ad appiccicarsi alle pareti dell' elettrometro, altrimenti nello staccarlo può farsi cadere qualche granellino di porporina, ciò che cambia il suo stato.

1) Vedi Roiti. Elementi di fisica, vol. 2, pag. 413, 3. edizione.
2) Idem. pag. 408.

Digitized by Google

Con tale modificazione l' elettrometro dà il 0,001 di volta con facilità [1]).

La vaschetta AB è costruita immasticiando fra loro delle striscie di vetro ed ha la larghezza di 1 mm.; porta agli estremi due lastrine di zinco amalgamato, in comunicazione coi poli d' una batteria di 40 piccoli accumulatori. Contiene una soluzione di solfato di zinco al titolo sopra indicato e per 1 mm. circa di altezza. Dopo avere immersi gli elettrodi *a*, *b*, *c* la soluzione vien ricoperta con un leggero strato d' olio. La corrente degli accumulatori è regolata da un reostato in modo che, un milliamperometro, incluso in circuito, segna 0,01 ampère. Trattandosi di una resistenza liquida di così piccola sezione, il riscaldamento, per quanto minimo, è inevitabile anche se il circuito si tien chiuso per poco tempo; ma pensando che la resistenza interna degli accumulatori è piccola, è chiaro che sull' elettrometro esso ha una influenza trascurabile.

Il filo DE è di argentana, di circa 1 mm.^{2} di sezione, ed è lungo 3 m.; la pila *d* è costituita da tre elementi Daniell, la cui corrente è regolata per mezzo del reostato R in modo che sia circa 0,05 ampère.

L' elettrodo *b* è portato da una vite che dà il 0,01 di mm.; il contatto F è nel mezzo di DE.

Per tentativi si comincia a portare *b* in un punto tale di *a c* che fra *a*, *b* e *b*, D, F, *c* vi sia la stessa differenza di potenziale. Con la sola vite si riesce difficilmente ad uguagliare le deviazioni dell' elettrometro, perciò le piccolissime differenze conviene toglierle movendo F.

Spostando *b* di 0,01 mm., sia verso *a* come verso *c*, ho avuto, per media di più determinazioni concordanti al mm., lo spostamento di cm. 10,15 nel contatto F, mentre, secondo il

1) Il Signor E. Mallby (Zeitsch. für Physik. Chemie, vol. 18, pag. 133) sostituisce la foglia d' oro con un filo di quarzo argentato. Se questa sostituzione può considerarsi teoricamente più felice di quella da me fatta, non lo è però dal lato pratico, se si pensa alla difficoltà con cui si maneggiano i fili sottilissimi di quarzo.

Il Töpler (Wied. Ann. vol. 63, pp. 183-190) invece sostituisce alla foglia d' oro un filo d' alluminio del diametro di $^1/_4$ di mm. e della lunghezza di cm. 8,5; la sospensione è ottenuta per mezzo d' un agheto d' acciaio che da una parte è unito rigidamente al filo, dall' altro capo è sostenuto per l' appunto da un debole magnete.

Come si vede, il filo di seta conduttore presenta su questa disposizione una notevole semplicità.

Digitized by Google

calcolo fatto, avrei dovuto averne 10,26. La differenza, per quanto piccola, è imputabile alle dimensioni della vaschetta diverse da quelle supposte, e alla sezione del filo non esattamente uguale a 0,01 cm². Anche la sua non uniformità potrebbe influire su questo valore; ma il filo da me adoprato non poteva portare una differenza maggiore di 1 mm., come ho costatato misurando la resistenza dei vari tratti di esso. Può anche darsi che tutte queste cause influiscano in modo da rendere così piccola la differenza suddetta.

Ho però trovato esatta, al mm. circa, la proporzionalità degli spostamenti di b a quelli di F, finchè questo è potuto stare su DE.

Dunque il metodo si presta alla misura dei piccoli allungamenti fino al 0,0001 di mm., purchè se ne determini a principio la sensibilità, e si usino poi tutte le cautele che esige l'elettrometro di Hankel ridotto molto sensibile.

Terzo metodo.

Siano due fili flessibili ed inestendibili della medesima lunghezza tesi parallelamente in direzione verticale alla distanza $2a$, e supponiamo che i punti d'attacco superiori non possano spostarsi che verticalmente, mentre quelli inferiori non possano che rotare in un piano orizzontale attorno al punto di mezzo della loro congiungente.

Se questi ultimi hanno rotato dell'angolo α e si indica con h la distanza fra essi e i superiori, con semplici considerazioni geometriche si ricava [1]):

$$dh = \frac{a^2}{h} \operatorname{sen} \alpha \, d\alpha .$$

Ma è noto che:

$$\alpha = \frac{1}{2} \frac{\delta}{l}$$

dove δ è la deviazione che si legge su di una scala posta alla

1) Mascart. Leçons sur l'électricité et le magn T. 2, 2. edizione, pag. 79.

Digitized by Google

distanza l dallo specchio e piegata in cerchio di raggio l; perciò:

$$(1) \qquad dh = \frac{a^2}{2hl} \operatorname{sen} \alpha \, d\delta .$$

Questa mostra che ogni piccolo spostamento verticale dei punti d'attacco inferiori produce una variazione molto grande di α.

Per esempio se $a = 0{,}5$ mm., $h = 10$ cm. e si fa $\alpha = 45^0$ con la scala a 2 m. risulta:

$$dh = \frac{1}{3\,000\,000} \text{ mm. circa.}$$

Dunque se la parte inferiore si tiene ad un'altezza invariabile, mentre può esser libera di rotare, e la superiore è soggetta allo spostamento che si vuol misurare, potremo valutar questo anche se estremamente piccolo.

In pratica è impossibile attuare una tale disposizione e perciò ho usata la seguente: Due fili a, b (fig. 7) sono tesi parallelamente fra loro in un piano verticale e fissi in F, F'; nel loro mezzo portano una strisciola di mica m alle cui estremità si trovano due fili di alluminio s, s' che pescano in due vaschette v, v' piene di olio (funzionanti da smorzatori), e poi due cilindretti di ferro c, c' che vengono attratti, in senso inverso, da due calamite permanenti poste simmetricamente nello stesso piano orizzontale che passa per c, c' in modo che m ruota di un certo angolo α osservabile mediante lo specchio S [1]).

Fig. 7.

Se F si avvicina ad F' i cilindretti obbediscono alle calamite, lo specchio ruota e dalla rotazione si può dedurre lo spostamento di F.

1) Applicando lo stesso sistema di due calamite permanenti all'apparecchino ideato dal Prof. Righi (Rend. Acc. d. Scienze, Bologna, 1896-97) si potrebbe porre la scala orizzontale, anzichè verticale come esso richiede, e si avrebbe così il vantaggio d'una disposizione più comoda.

Digitized by Google

Ma con questa disposizione siamo in condizioni ben diverse da quelle della sospensione bifilare, e perciò non è applicabile la (1). Cerchiamo quindi l' ingrandimento che in questo caso si può conseguire.

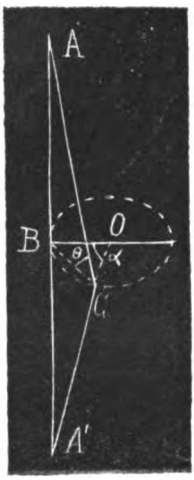


Fig. 8.

Chiamiamo l_0 la semi-lunghezza primitiva di un filo, con l la semi-lunghezza primitiva AB (fig. 8) di esso quando è teso verticalmente fra due punti fissi A, A' e l_1 la sua semilunghezza quando m ha rotato d' un angolo $\alpha = \overset{\frown}{BOC}$. Poniamo:

$l_1 = l + dl$ e se $\overset{\frown}{ACB} = \theta$, $l = l_1 \operatorname{sen} \theta$

quindi:

$$dl = l\left(\frac{1}{\operatorname{sen}\theta} - 1\right).$$

Ma la forza elastica destata nel filo di sezione s e di modulo di elasticità ν dai due allungamenti dl e $dl_0 = l - l_0$ è:

$$F = \frac{2\nu s}{l_0}(dl_0 + dl)$$

e perciò:

$$F = \frac{2\nu s}{l_0}\left[l - l_0 + l\left(\frac{1}{\operatorname{sen}\theta} - 1\right)\right].$$

La sua componente orizzontale e perpendicolare ad OC è:

$$f = F \cos\theta \cos\frac{\alpha}{2}$$

che, trascurando $\frac{2a^2}{l^2}\operatorname{sen}^2\frac{\alpha}{2}$ (ove $a = BO$) di fronte all' unità, diviene:

$$f = \frac{2\nu s a}{l_0}\left(1 - \frac{l_0}{l}\right)\operatorname{sen}\alpha$$

poichè:

$$\operatorname{sen}\theta = \frac{l}{\sqrt{l^2 + 4a^2\operatorname{sen}^2\frac{\alpha}{2}}} \quad \text{e} \quad \cos\theta = \frac{2a\operatorname{sen}\frac{\alpha}{2}}{\sqrt{l^2 + 4a^2\operatorname{sen}^2\frac{\alpha}{2}}}.$$

Digitized by Google

Alla f dovrà fare equilibrio la forza Φ dovuta alle calamite che supponiamo agiscano perpendicolarmente a BO, nel piano orizzontale passante per O, con braccio a'; e perciò, uguagliando i due momenti di rotazione, si ottiene:

$$a' \Phi \cos \alpha = \frac{2 \nu s a^2}{l_0} \left(1 - \frac{l_0}{l}\right) \operatorname{sen} \alpha .$$

Supponiamo che le variazioni di α siano così piccole da poter ritenere che i cilindretti di ferro si spostano in un campo magnetico uniforme, per cui Φ si possa considerare costante. Quindi:

$$\Phi = \frac{2 \nu s a^2}{l_0 a'} \left(1 - \frac{l_0}{l}\right) \operatorname{tang} \alpha . \tag{2}$$

Dalla quale:

$$-\frac{\Delta \alpha}{\Delta l} = \frac{\frac{1}{2} l_0 \operatorname{sen} 2x}{l^2 - l l_0} . \tag{2'}$$

Ossia, pel caso di x così piccolo da poter sostituire l' arco al seno, l' ingrandimento è.

$$-K \frac{\Delta \alpha}{\Delta l} = K \frac{l_0 \alpha}{l^2 - l l_0}$$

se K è il doppio della distanza dello specchio dalla scala.

Introducendo il valore di α ricavato dalla (2) dopo aver sostituito alla tangente l' arco, si ottiene:

$$-K \frac{\Delta \alpha}{\Delta l} = \frac{\Phi l_0^2 a'}{l^2 - l l_0} \cdot \frac{K}{2 \nu s a^2 \left(1 - \frac{l_0}{l}\right)}$$

La quale posto:

$$l = l_0 (1 + \lambda)$$

diventa:

$$-K \frac{\Delta \alpha}{\Delta l} = K \frac{\Phi a'}{2 \nu s a^2 \lambda^2} . \tag{3}$$

Questa mostra che l' ingrandimento:

1°. È una funzione crescente del braccio della coppia dovuta alle calamite, e dell' intensità del loro campo.

Digitized by Google

2.° È una funzione decrescente della distanza tra i fili e della loro tensione iniziale.

Per quest' ultima ragione e per l' altra, molto naturale, che lo spostamento da misurarsi deve essere più piccolo dell' allungamento iniziale, non si potranno usare fili metallici, ed infatti per quante prove abbia fatto con essi, non sono riuscito ad ottenere buoni risultati.

3.° È indipendente dalla lunghezza primitiva dei fili.

Ma guardiamo però se essenzialmente questo è vero; poichè la formula (3) è approssimata e vale solo se α è piccolissimo.

La (2') può anche scriversi:

$$-\frac{\Delta x}{\Delta l} = \frac{\frac{1}{l^2}\operatorname{tang}\alpha}{\left(\frac{1}{l_0}-\frac{1}{l}\right)(1+\operatorname{tag}^2 x)}.$$

Sostituendovi il valore di tang α ricavato alla (2) si ottiene per l' ingrandimento:

$$-K\frac{\Delta\alpha}{\Delta l} = K\frac{2\phi a' \nu s a^2}{4a^4\nu^2 s^2\lambda^2 + l_0(1+\lambda)^2\phi^2 a'^2}$$

che è una funzione decrescente di l_0, in cui il secondo termine del denominatore è minore del primo, perchè tende a zero con ϕ.

Dunque se l' angolo α è piccolissimo, ciò che in pratica potrà sempre farsi, si può applicare la (3) ed usare una lunghezza di fili qualsivoglia.

Esclusi i metallici si potrebbe pensare ai fili di caucciù che risponderebbero meglio degli altri a tutte le condizioni, ma essi hanno l' inconveniente di essere molto sensibili alle variazioni di temperatura [1]).

1) Il caucciù stirato quando viene riscaldato si contrae unicamente nel senso della forza che ha prodotto l' allungamento. Il coefficiente di dilatazione del caucciù stirato (0,000687) è maggiore di quello che corrisponde allo stato naturale (0,000675). (Lebedeff. Journal de la Soc. physico-ch. russe. T. 13, 1881).

Sostituendo il caucciù stirato al pezzo di ebanite nel termometro sensibilissimo del Michelson (loco citato), si avrebbe una maggiore sensibilità.

Digitized by Google

Avrei potuto anche sostituire ai fili delle spiraline metalliche, ma in tal caso bisognerebbe sodisfare a diverse condizioni. Prima di tutto, poichè una spirale si svolge quando viene stirata, occorrerebbe fare ciascuna spiralina di due pezzi di senso contrario, e variare poi la lunghezza d'uno di essi in modo che uno specchietto, posto nel punto di congiunzione, non accusasse alcuna rotazione per uno stiramento anche grande. Bisognerebbe poi che per la stessa lunghezza esse presentassero la stessa tensione, ciò che in pratica è molto difficile ottenere.

I migliori risultati gli ho avuti con fili di seta formati da tre o quattro fili semplici di bozzolo.

Siccome la sensibilità del sistema dipende anche dalla distanza tra i fili, potrebbe pensarsi di riunire i due fili al di sotto di m per tutta la loro lunghezza, ma in questo caso si avrebbe una tale sensibilità da non riuscir mai a tener fermo lo specchio S, poichè la forza contraria all'attrazione delle calamite sarebbe ridotta unicamente a quella determinata dal peso del sistema m, S, c, c', s, s' che deve essere il minore possibile.

Ecco come procedo per montare l'apparecchio. Attaccati in F, alla distanza di 1 mm. i due capi di uno stesso filo lungo 40 cm., in modo da esser sicuro che non avvenisse nessuno scorrimento di fili, ho infilato la listerella di mica m, lunga 10 cm., nella quale è praticato un foro di 1 mm. di diametro, ed in F' ho posto un uncinetto, in cui ho passato il filo che viene così a separarsi in due tratti ugualmente tesi.

A metà della loro lunghezza, con delle goccioline di cera, ho fissato la mica m in modo che fosse bene orizzontale, per la qual cosa occorre che tutto sia ben simmetrico e che il peso di $c + s$ sia uguale a quello di $c' + s'$ [1]).

Per rendere più vicini fra loro i tratti al di sotto di m, presso l'uncinetto vi si può annodare sopra un filo di seta.

1) È necessario sodisfar bene a questa condizione, altrimenti se la lastrina è caricata di più da una che dall'altra parte, funziona da pendolo orizzontale, ed allora non si ha mai una posizione stabile di equilibrio.

Digitized by Google

Rinchiuso tutto in una scatola per premunirsi dalle agitazioni dell' aria, occorre disporre le cose per la massima sensibilità e perciò bisogna prima regolare, mediante una vite che porta l' uncinetto, la tensione dei fili, poi la distanza delle calamite da c, c'.

Con un po' di pazienza si riesce ad ottenere facilmente, con la scala a circa 2 m. dallo specchio, un *50 divisioni* della scala per l' abbassamento di F di 0,01 mm. operato da una vite micrometrica a cui è raccomandato.

Con maggior cura si può ottenere ancora di più, ed io son giunto ad avere anche *200 divisioni* per lo stesso spostamento di 0,01 mm.; ma in tal caso le deviazioni sono lentissime.

Queste deviazioni, che ho sempre trovato mantenersi proporzionali, entro i limiti di estensione della scala, sono molto minori della teorica, e ciò sarà dovuto sia al peso di m, c, c', s, s', S, sia alla torsione dei fili non contemplata nella teoria fatta, sia a non trovarsi esattamente nelle condizioni richieste.

La posizione di riposo si mantiene assai costante; ad ogni modo è sempre possibile seguirne le variazioni.

Lo stato igrometrico non influirà bruscamente sui fili, perchè devono tenersi rinchiusi nella scatola insieme al rimanente dell' apparecchio.

Con questo metodo dunque si può avere almeno il 0,005 mm. con la scala a soli 2 m. dallo specchio [1]).

1) Si potrebbe, molto più semplicemente, sostituire alla strisciola m un leggero ago calamitato, da collocarsi in un conveniente campo magnetico, e forse nel solo campo terrestre.

Altri metodi molto sensibili per la misura di piccoli allungamenti potrebbero essere i seguenti:

1° Un nastro torto di Ayrton e Perry è fisso ad un estremo e all' altro rilegato, mediante un filo senza torsione, al punto di cui si vuol misurare lo spostamento. Con una scelta opportuna di dimensioni si potrebbe ottenere una sensibilità grande quanto si vuole, poichè si sa (La lumière électrique, vol. 12, 1884, pag. 498) che, perchè la rotazione del nastro sia grande rispetto all' allungamento, occorre che la lamina di metallo che forma il nastro sia la più lunga e più sottile possibile, che il piano delle spire faccia un angolo dai 40° ai 45° con quello perpendicolare all' asse del nastro, e che il diametro minore della sezione di esso sia ad angolo retto con l' asse.

2° ABC e *abc* (fig. 9) sono due settori circolari girevoli intorno ad A e *a*. Un filo flessibile ed inestendibile B*Cbc*, tenuto sempre teso da un pesettino p applicato in c, riunisce le loro periferie essendo fissato in B e *c*.

Digitized by Google

Esprimo la mia gratitudine al Prof. Ròiti per i consigli e i mezzi largamente fornitimi.

Firenze, R. Istituto di Studi Superiori
Settembre 1899.

Il corpo che si sposta si appoggia in P presso A. Mediante uno specchietto s normale all'asse a, ed una scala ad una conveniente distanza, lo spostamento di P può venire molto ingrandito.

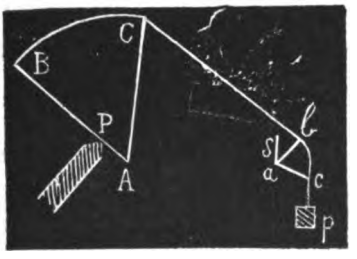


Fig. 9.

Infatti se $AB = n$. PA, $ab = \frac{AB}{m}$ e la distanza di s dalla scala è m'. PA, l'ingrandimento è dato da:

$$I = 2\, n\, m\, m'.$$

Così, per es., se $PA = 5$ mm, $BA = 100$ mm., $ac = 5$ mm. e la scala è a 2 m. da s:

$$I = 320\,000.$$

3° Una larga capsula di Marey è in comunicazione, mediante un tubo corto, con un'altra piccola e sormontata da uno specchietto davanti al quale trovasi una scala. Il disco della prima capsula è soggetto allo spostamento da misurare, il quale sarà ingrandito quanto si vuole scegliendo opportunamente le dimensioni delle due capsule.

Digitized by Google

SUI RAGGI ANODICI E SUI RAGGI CATODICI.

Nota di A. BATTELLI *e* L. MAGRI.

1. In una Nota pubblicata da uno di noi nel *Nuovo Cimento* [1]), furono descritti alcuni fatti sulle scariche unipolari, dai quali parve di poter concludere che dagli elettrodi di un tubo a vuoto possono partire raggi di natura alquanto diversa, secondo che gli elettrodi sono a potenziale più alto o più basso delle parti rimanenti del tubo; in altre parole, che si possono avere dei raggi *anodici* e dei raggi *catodici*.

Ulteriori esperienze che abbiamo intrapreso danno notizie più interessanti ed un' idea più esatta del fenomeno.

Abbiamo cercato di confrontare la natura e la grandezza delle azioni degli uni e degli altri raggi, in modo da poterne trarre qualche conclusione esatta sul loro comportamento.

2. Un tubo a vuoto era messo con un elettrodo in comunicazione con un polo di una macchina Holtz e per il resto era accuratamente isolato.

La pressione nel tubo (sempre inferiore a mezzo millimetro di mercurio) era tale che ponendo il tubo sia in comunicazione col polo positivo che col negativo della macchina, di fronte all' elettrodo si osservava la macchia fluorescente e l' aureola azzurrastra che si nota nei comuni tubi di scarica a rarefazioni avanzate.

Questi tubi così eccitati venivano sottoposti a varie azioni esterne.

3. *Azione di un campo magnetico.* — Un magnete divide l' effluvio in due parti, di cui una, quella che desta la fluorescenza sul vetro, viene deviata alla stessa maniera dei raggi catodici negli ordinari tubi di scarica; l' altra — che ha

1) Nuovo Cimento, ser. 4, t. 7, pag. 81.

Digitized by Google

l' aspetto di un' aureola bianco-azzurrastra — si raccoglie, sotto l' azione del campo, in un fascio piuttosto ristretto, che viene deviato per un certo tratto davanti al magnete, nel senso contrario.

Ciò avviene tanto che l' elettrodo sia in comunicazione col polo positivo che col negativo della macchina.

4. *Azioni ossidanti e riducenti.* — Per vedere se i raggi anodici e catodici così ottenuti abbiano azioni riducenti o ossidanti, ci siamo serviti di tubi della forma della fig. 1, in cui D è un dischetto di rame, *o o* due piccoli bracci di vetro.

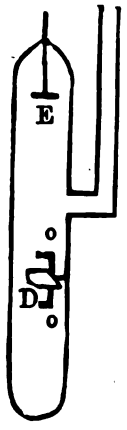


Fig. 1.

Unendo l' elettrodo E al polo positivo, o al polo negativo della macchina elettrica, a rarefazioni non molto avanzate si ha un' azione ossidante assai forte, e l' ombra degli ostacoli *o o* di vetro apparisce meno ossidata del resto del disco e a contorni poco netti.

L' ombra, in questo caso, si osserva solo per piccole distanze fra D e *o o*.

Aumentando la rarefazione, l' ombra diviene più netta; l' azione ossidante è minore.

A rarefazioni molto avanzate il tubo presenta press' a poco l' aspetto che avrebbe se fosse eccitato bipolarmente e il disco E fosse catodo. In questo caso l' azione ossidante è debolissima e l' ossidazione è maggiore nell' ombra che nel resto del disco.

5. Queste esperienze e quelle delle deviazioni magnetiche dimostrano che negli effluvi unipolari esistono due specie di raggi, i raggi *catodici* e i raggi *anodici*.

La deviazione magnetica prova che i raggi catodici così ottenuti si comportano come particelle cariche negativamente, partenti dall' elettrodo. Il loro aspetto è simile a quello dei raggi catodici negli ordinari tubi di scarica e destano la fluorescenza del vetro; inoltre il fatto che a rarefazioni avanzate, l'ombra di un ostacolo posto di fronte al dischetto di rame D, (quella parte, cioè, che non è colpita da questi raggi catodici)

Digitized by Google

risulta più ossidata di tutto il resto del disco, dimostra che essi hanno un' azione riducente.

I raggi anodici hanno l' apparenza di una luminosità bluastra che invade gran parte del tubo, hanno azione ossidante, e (come lo dimostra la deviazione magnetica) si comportano come particelle cariche positivamente.

Le esperienze seguenti confermano quanto è stato detto.

6. *Cariche elettriche portate dagli effluvi unipolari.* — Per meglio studiare la natura delle cariche elettriche portate da questi raggi, abbiamo usato la seguente disposizione: Un tubo di vetro T (fig. 2) a cui da una parte è saldato l' elettrodo E, sostiene dall' altra parte una sfera di ottone S S. Que-

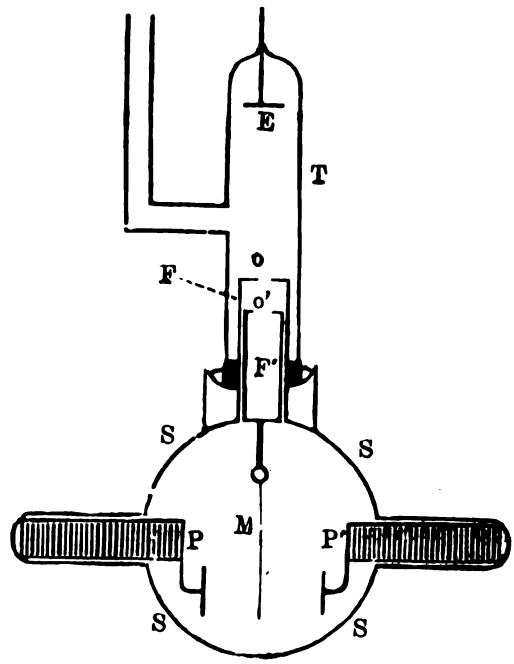


Fig. 2.

sta porta un cilindro pure di ottone, F, chiuso nella parte superiore da un disco nel quale è praticato un foro *o*. Nell'in-

Digitized by Google

terno di questo cilindro F è posto, ad esso coassiale, un cilindretto di Faraday, F′, che porta la foglia d' oro M. Questa foglia è posta tra i due poli di una pila Zamboni P P′.

Ciò costituisce un elettroscopio sensibile e perfettamente difeso da ogni azione elettrostatica esterna.

Quando l' elettrodo E è congiunto sia all' uno che all'altro dei poli della macchina e il foro *o* è aperto, se la rarefazione è abbastanza elevata, la foglia M indica una carica, che talora è positiva, talora è negativa, a seconda che passano pel foro in prevalenza raggi anodici o raggi catodici.

Coprendo il foro *o* con una foglia di alluminio in cui si sia avuto cura di non lasciare alcun forellino, sia quando l'elettrodo E è unito al polo +, sia quando è unito al polo — della macchina elettrica, abbiamo sempre una carica *negativa*. Ciò ad alte rarefazioni; a rarefazioni minori non abbiamo carica alcuna.

Deviando i raggi con una potente elettrocalamita, cessa ogni indizio di carica sulla foglia M.

In queste esperienze e nelle seguenti, per evitare che le scariche che avvenivano ai poli della macchina fossero oscillatorie, si unì ad essa un condensatore ed una resistenza liquida.

Si vede chiaramente da queste esperienze che:

1.° Nel tubo si producono in ogni caso tutte e due le specie di raggi.

2.° I raggi anodici portano carica positiva, e i raggi catodici portano carica negativa.

3.° I raggi catodici possono essi soli attraversare la foglia sottile di alluminio.

Che l' elettroscopio formato nella maniera precedentemente descritta, desse indicazioni esatte, ce lo dimostrano i risultati ottenuti eccitando il tubo bipolarmente. Allora, usando come elettrodi il disco E e la sfera S, quando il foro *o* era aperto si aveva carica negativa con E catodo e positiva con E anodo. Quando *o* era chiuso perfettamente dalla lamina di alluminio, si aveva carica negativa con E catodo, nessuna carica con E anodo.

7. *Azioni elettrostatiche sugli effluvi unipolari.* — In un tubo periforme, munito della solita croce, che abbia l'elettrodo

Digitized by Google

opposto a questa in comunicazione con una potente macchina elettrostatica e in cui sia stata molto spinta la rarefazione, si vede netta l' ombra della croce. Qualunque sia il polo della macchina a cui l' elettrodo è unito, se si avvicina al gambo della croce il polo + di un' altra macchina elettrica (gli elettrodi della quale siano sufficientemente allontanati perchè non avvengano scariche), l'ombra della croce si restringe, ossia quei raggi che destano la fluorescenza sono attratti. Se invece si avvicina un polo —, l'ombra della croce si allarga, ossia i raggi vengono respinti.

Se si adopera per esercitare l' azione elettrostatica la stessa macchina elettrica che eccita il tubo (come fu fatto nella Nota precedente di uno di noi, sopra citata), l' ombra della croce viene respinta o attratta secondo che il conduttore elettrizzato comunica col medesimo polo che è congiunto al tubo o con l' altro. Ciò avviene perchè nel tubo e nel conduttore le variazioni di potenziale seguono le medesime fasi.

8. Dalle precedenti esperienze si può dunque concludere che si generano due specie di raggi in un tubo di scarica, gli uni *anodici* e gli altri *catodici:* i primi dalle parti a potenziale più alto, i secondi dalle parti a potenziale più basso. Perciò nei tubi a scarica bipolare tutte le parti del tubo (compreso l' anodo) che sono positive rispetto al catodo, dànno raggi anodici, e il catodo dà sempre raggi catodici.

Ma se si fanno scariche unipolari, dove si ha un' alternativa nel segno della differenza di potenziale tra le pareti e l' elettrodo, partono dall' elettrodo alternativamente raggi *anodici* e raggi *catodici*. Questo lo dimostrano chiaramente le esperienze di ossidazione (che avviene anche là dove si provoca la fluorescenza), lo dimostrano le esperienze della carica elettrostatica e quelle della deviazione magnetica.

Dall' Istituto di fisica dell' Università di Pisa,
Agosto 1899.

Digitized by Google

SULLA MISURA DEI FENOMENI TERMOELETTRICI.

Nota del Dott. PAOLO STRANEO.

Nello studio dei fenomeni termoelettrici il metodo più logico è certamente quello di osservare la temperatura del conduttore in cui questi fenomeni avvengono e calcolare dalle osservazioni la misura di essi.

Elementi importanti di questo calcolo sono evidentemente i coefficienti di conducibilità termica. Ma l' incertezza che regnava sui valori di essa ha fatto sì che si siano quasi sempre preferiti metodi calorimetrici, i quali, sacrificando spesso l' esattezza, evitavano la considerazione delle quantità di calore messe in movimento per conducibilità. Per esempio nella misura dell' effetto Peltier per ridurre ad una quantità trascurabile il calore che si propaga lungo il conduttore si dovrà ridurne le dimensioni; ma ciò farà sì che l' effetto Joule, maschererà considerevolmente l' effetto Peltier che si vuol studiare.

Recentemente però molti pregevoli lavori relativi allo studio della conduzione nei metalli hanno mostrato chiaramente, che le divergenze nei valori trovati con differenti metodi non sono da attribuirsi ad altro, se non ad errori nel calcolo o nella realizzazione fisica delle condizioni supposte nella teoria, oppure a piccole differenze nello stato di purezza della sostanza. È quindi necessario di misurare direttamente i coefficienti di conducibilità sui singoli pezzi di metallo su cui si esperimenta.

La semplicità dei metodi che permettono la determinazione simultanea dei coefficienti dei fenomeni termoelettrici e di tutti gli altri coefficienti da cui dipende la temperatura dei conduttori lineari, mi ha convinto dell' utilità di alcune ricerche che eseguii nell' Istituto fisico di Roma e pubblicai successivamente nei *Rend. della R. Accademia dei Lincei* degli anni 1898 e 1899. Mi propongo ora di mostrare in questa breve Nota come esse, unitamente ad un' altra ricerca del

Digitized by Google

sig. Peterson [1]), stabiliscano chiaramente la possibilità di studiare con sufficiente esattezza i fenomeni termoelettrici e come sarebbe desiderabile che molte delle ricerche tentate con metodi più complessi e non riuscite soddisfacentemente, venissero riprese con questo più semplice e più atto ad essere applicato in condizioni differentissime.

Consideriamo nn conduttore lineare di sezione q e di perimetro p percorso da una corrente di intensità i; indichiamo con u la sua temperatura, supponendo costanti le temperature delle estremità. L'equazione differenziale cui deve soddisfare la u quale funzione della coordinata x quando sia stabilito il regime stazionario, supponendo nulla la temperatura dell'aria ambiente, sarà:

$$q\frac{d}{dx}\left(k\frac{du}{dx}\right)+i\sigma\frac{du}{dx}-phu+\frac{i^2\omega}{Jq}=0,$$

indicando rispettivamente con k ed h i coefficienti di conducibilità termiche interna ed esterna, con ω quello di conducibilità elettrica, con σ il coefficiente dell'effetto Thomson, che ammetteremo proporzionale all'intensità della corrente ed alla derivata della temperatura e con J l'equivalente meccanico della caloria.

Le quantità k, h, ω e σ potrebbero venire considerate quali funzioni lineari della temperatura; ma con ciò i calcoli si complicherebbero assai senza apportare, nei limiti in cui le esperienze vennero eseguite, una sensibile variazione nei risultati, come si può verificare usando gli sviluppi dati nei lavori citati. Riguarderemo quindi i coefficienti k, h, ω e σ quali costanti; allora l'equazione differenziale assumerà la forma:

$$\frac{d^2u}{dx^2}+\frac{i\sigma}{kq}\frac{du}{dx}-\frac{ph}{kq}u+\frac{i^2\omega}{Jkq^2}=0$$

Consideriamo dapprima il caso interessante per la deduzione di un metodo di misura dell'effetto Thomson, in cui il

1) Ueber die Messung des Thomson'schen Effektes. Inaugural Dissertation, Zürich, 1895.

Digitized by Google

conduttore consta di un solo metallo. Poniamo in una delle estremità l' origine delle coordinate; sia l la lunghezza del conduttore e stabiliamo che sia U la temperatura dell' estremità $x = 0$ e zero quella dell' altra.

La temperatura u soddisferà dunque alla equazione:

$$\frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{i\sigma}{kq}\frac{du}{dx} - \frac{hp}{kq}u + \frac{i^2\omega}{J k q^2} = 0,$$

colle condizioni:

$$(u)_{x=0} = U \; ; \quad (u)_{x=l} = 0 .$$

Poniamo:

$$\lambda = -\frac{i\sigma}{2kq} + \sqrt{\frac{hp}{kq} + \frac{i^2\sigma^2}{4k^2q^2}}, \quad \mu = +\frac{i\sigma}{2kq} + \sqrt{\frac{hp}{kq} + \frac{i^2\sigma^2}{4k^2q^2}}$$

$$C = \frac{i^2\omega}{J p q h} .$$

La soluzione cercata avrà la forma:

$$u = C + A e^{\lambda x} + B e^{-\mu x},$$

nella quale le costanti A e B hanno i valori:

$$A = \frac{-C - (U - C) e^{-\mu l}}{e^{\lambda l} - e^{-\mu l}} \; ; \qquad B = \frac{C + (U - C) e^{\lambda l}}{e^{\lambda l} - e^{-\mu l}} .$$

Siccome invertendo la corrente λ si trasforma in μ e reciprocamente μ in λ, la differenza della temperatura stazionaria per le due direzioni di i sarà:

$$\Delta u = A e^{\lambda x} + B e^{-\mu x} - A' e^{\mu x} - B' e^{-\lambda x} .$$

Eseguendo il calcolo si ha:

$$\Delta u = \frac{(U-C)(e^{jx} - e^{-jx})(e^{m(l-x)} - e^{-m(l-x)}) + C(e^{j(l-x)} - e^{-j(l-x)})(e^{mx} - e^{-mx})}{e^{ml} - e^{-ml}} .$$

ove si pone per abbreviare:

$$j = \frac{i\sigma}{2kq} \; ; \; m = \sqrt{\frac{ph}{kq}} .$$

Digitized by Google

D' altra parte la semisomma Σu delle temperature nello stesso punto x ci è data dall' espressione:

$$\Sigma u = C + \frac{(u-C)(e^{jx}+e^{-jx})(e^{m(l-x)}-e^{-m(l-x)}) - C(e^{j(l-x)}+e^{-j(l-x)})(e^{mx}-e^{mx})}{2(e^{ml}-e^{-ml})}.$$

Ma le quantità jx e $j(l-x)$ essendo piccolissime ed i loro quadrati trascurabili rispetto all' unità possiamo scrivere la seguente formula approssimata facile a verificarsi:

$$\Delta u = 2jx \,.\, \Sigma u - 2jy\,C + 2jl\,\frac{C(e^{m\alpha}-e^{-m\alpha})}{e^{ml}-e^{-ml}}.$$

Misurando Δu e Σu è dunque facile di dedurre j e quindi σ. Le disposizioni esperimentali usate dal sig. Peterson erano semplicissime; le due temperature costanti erano mantenute mediante acqua corrente e vapore d' acqua. Le temperature venivano misurate usando uno speciale bolometro.

I risultati oltremodo interessanti sono troppo numerosi per essere ricordati qui nei loro particolari. Egli trovò dapprima per l' acciaio che il valore del coefficiente dell' effetto Thomson diviso per il coefficiente di conducibilità termica può rappresentarsi, fra i limiti di temperatura considerati, colla formula:

$$\frac{\sigma}{k} = 0{,}000005839\,[1 + 0{,}01424\,(t - 6^{\circ},5)].$$

Determinò poi il valore assoluto di σ comparando gli effetti termici di Joule e di Thomson ed ottenne per la temperatura media di 42° $\sigma = 0{,}000014265$.

Passiamo ora alla considerazione di un conduttore formato di n differenti fili metallici di eguale sezione e perimetro e di lunghezze $l_1, l_2, \ldots l_n$, saldati sul prolungamento l'uno dell'altro. Distinguiamo cogli indici $1, 2, \ldots n$ le temperature, le coordinate ed i coefficienti riferentesi ai singoli pezzi. Le equazioni differenziali saranno sempre della forma:

$$\frac{d^2 u_\nu}{dx_\nu^2} + \frac{i\,\sigma_\nu}{k_\nu q}\frac{du_\nu}{dx_\nu} - \frac{ph_\nu}{k_\nu q}u_\nu + \frac{i^2 \omega_\nu}{J\,k_\nu\,q^2} = 0$$

ove ν assume successivamente i valori $1, 2, \ldots n$.

Digitized by Google

Assumiamo come origine delle coordinate x_1 una delle estremità del conduttore, delle coordinate x_2 il punto di contatto dei conduttori 1, 2 e così via. Supponiamo inoltre le temperature delle estremità eguali a zero.

Per determinare le $2n$ costanti degli integrali delle n equazioni avremo dapprima le due seguenti equazioni:

$$(u_1)_{x_1=0}=0\,,\quad (u_n)_{x_n=l_n}=0\,.$$

Le altre $2n-2$ equazioni necessarie ci vengono fornite dalla considerazione delle temperature e dei flussi e sviluppi di calore nei contatti. L' uguaglianza delle temperature ci dà le $n-1$ equazioni:

$$(u_1)_{x_1=l_1}=(u_2)_{x_2=0}\,,\ (u_2)_{x_2=l_2}=(u_3)_{x_3=0}\,,\ \ldots (u_{n-1})_{x_{n-1}=l_{n-1}}=(u_n)_{x_n=0}\,.$$

Indichiamo ora con $P_{1,2}$, $P_{2,3}\ldots P_{n-1,n}$ i coefficienti dell' effetto Peltier nei diversi contatti; come è noto esso è proporzionale all' intensità della corrente. Avremo allora le seguenti $n-1$ equazioni:

$$k_1\left(\frac{du_1}{dx_1}\right)_{x_1=l_1} - k_2\left(\frac{du_2}{dx_2}\right)_{x_2=0} = P_{1,2}\,\frac{i}{q}\,,$$

. . . . . .

. . . . . .

$$k_{n-1}\left(\frac{du_{n-1}}{dx_{n-1}}\right)_{x_{n-1}=l_{n-1}} - k_n\left(\frac{du_n}{dx_n}\right)_{x_n=0} = P_{n-1,n}\,\frac{i}{q}\,.$$

Potremo quindi determinare tutte le costanti di integrazione.

Per dedurre il nostro metodo di misura del coefficiente dell' effetto Peltier consideriamo un caso particolare. Sia il conduttore composto di due soli metalli e sia l'intensità della corrente i tale da riscaldare solo di pochi decimi di grado il conduttore. Allora potremo trascurare l' effetto Thomson e le equazioni precedenti si ridurranno a:

$$0=\frac{d^2U_1}{dx_1^2}-\frac{h_1 p}{k_1 q}u_1+\frac{i^2\omega_1}{q^2 k_1 J}\,;\qquad 0=\frac{d^2U_2}{dx_2^2}-\frac{h_2 p}{k_2 q}u_2+\frac{i^2\omega}{q^2 k_2 J}$$

Digitized by Google

colle condizioni:

$$u_1 = 0 \quad \text{per} \quad x_1 = 0, \qquad u_2 = 0 \quad \text{per} \quad x_2 = l_2$$

$$(u_1)_{x_1 = l_1} = (u_2)_{x_2 = 0}$$

$$P\frac{i}{q} = k_1 \left(\frac{du_1}{dx_1}\right)_{x_1 = l_1} - k_2 \left(\frac{du_2}{dx_2}\right)_{x_2 = 0}.$$

Poniamo:

$$C_1 = i^2 \frac{\omega_1}{J\,q\,k_1\,p}, \qquad C_2 = i^2 \frac{\omega_2}{J\,q\,k_2\,p}$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{h_1 p}{k_1 q}}, \qquad \lambda_2 = \sqrt{\frac{h_2 p}{k_2 q}}.$$

Avremo i seguenti integrali delle equazioni proposte:

$$u_1 = C_1 + A_1 e^{\lambda_1 x_1} + B_1 e^{-\lambda_1 x_1}; \quad u_2 = C_2 + A_2 e^{\lambda_2 x_2} + B_2 e^{-\lambda_2 x_2}.$$

Le condizioni si trasformano allora nelle seguenti equazioni, dalle quali possiamo dedurre le costanti A_1, A_2, B_1 e B_2:

$$C_1 + A_1 + B_1 = 0$$

$$C_2 + A_2 e^{\lambda_2 l_2} + B_2 e^{-\lambda_2 l_2} = 0$$

$$C_1 + A_1 e^{\lambda_1 l_1} + B_1 e^{-\lambda_1 l_1} = C_2 + A_2 + B_2$$

$$\lambda_1 k_1 (A_1 e^{\lambda_1 l_1} - B_1 e^{-\lambda_1 l_1}) - \lambda_2 k_2 (A_2 + B_2) = \frac{Pi}{q}.$$

Nel punto $x_2 = 0$ la temperatura sarà espressa dalla semplice formula:

$$u_2 = C_2 + A_2 + B_2.$$

Invertendo la corrente e facendo la differenza delle due temperature stazionarie, solo i termini che contengono $P\frac{Pi}{q}$ a fattore rimarranno duplicati, mentre gli altri si elideranno.

La differenza delle due temperature stazionarie in questo punto sarà eseguendo i calcoli:

$$(\Delta u_2)_{x_2 = 0} = 2\frac{Pi}{q}\frac{(e^{\lambda_1 l_1} - e^{-\lambda_1 l_1})(e^{\lambda_2 l_2} - e^{-\lambda_2 l_2})}{N}$$

Digitized by Google

ove si pose:

$$N = k_1\lambda_1 (e^{\lambda_1 l_1} + e^{-\lambda_1 l_1})(e^{\lambda_2 l_2} - e^{-\lambda_2 l_2}) + k_2\lambda_2 (e^{\lambda_1 l_1} - e^{-\lambda_1 l_1})(e^{\lambda_2 l_2} + e^{-\lambda_2 l_2}).$$

Vediamo quindi che conoscendo i valori di i, l_1, l_2, λ_1, λ_2, k_1 e k_2 e misurando $(\Delta u_2)_{x_2=0}$ si può dedurre il valore del coefficiente P.

La realizzazione esperimentale delle condizioni supposte nella teoria non presenta alcuna difficoltà. La determinazione dei valori dei coefficienti k_1, k_2 h_1 ed h_2 poi si può eseguire in diversi modi. Specialmente adatto mi parve il seguente metodo, che permetteva di eseguire le misure senza scomporre l'apparecchio. Si invertiva nel nostro conduttore bimetallico periodicamente la corrente, sino che le variazioni delle temperature nei singoli punti del conduttore fossero divenute periodiche. Era allora possibile con un metodo analogo a quello di Ångstrom di calcolare dalle variazioni periodiche di due punti di ciascun conduttore i coefficienti voluti.

Finalmente i valori delle semisomme delle temperature, in due punti equidistanti dalla saldatura per le due differenti direzioni della corrente, valori corrispondenti al caso in cui l'effetto Peltier fosse nullo, ci forniscono altre due equazioni, dalle quali fu possibile di dedurre i valori dei coefficienti ω_1 ed ω_2.

I valori ottenuti esperimentando su di un conduttore di 4 mm. di diametro e composto di due parti, di ferro e di nikel, ciascuna di 8 cm. di lunghezza, saldate ad argento l'una all'altra e percorse da una corrente di 5 amp., sono riuniti nella seguente tabella:

Ferro	$k_1 = 0{,}148$	$h_1 = 0{,}00029$	$\omega_1 = 9640$	$P = 0{,}0139$
Nikel	$k_2 = 0{,}112$	$h_2 = 0{,}00033$	$\omega_2 = 15930$	

Inoltre come verifica della regolarità con cui avvengono tutti i fenomeni considerati e dell'esattezza del metodo esposto, ho misurata l'energia elettrica dissipata nel conduttore, e calcolato mediante i valori trovati di k_1, k_2, h_1, h_2, ω_1, ω_2 e P, l'equivalente meccanico delle calorie. Ho ottenuto il valore:

$$J = 3{,}95 \cdot 10^7,$$

Digitized by Google

poco differente dal valore che si ottiene coi metodi specialmente adatti a questa determinazione.

Il metodo esposto è poi specialmente adatto ad essere applicato in differenti condizioni. Per esempio esso si presterà assai bene per studiare l'effetto Peltier a differenti temperature, in differenti medi ecc.

Il Dott. A. Pochettino eseguì nell'Istituto fisico della R. Università di Roma con questo metodo una serie di interessanti esperienze sulle variazioni dell'effetto Peltier in un campo magnetico e ne pubblicò i risultati nell'VIII volume dei *Rendiconti dell'Accademia dei Lincei*.

Conclusione. — Le poche misure eseguite coi metodi esposti in questa Nota non lasciano alcun dubbio sulla possibilità di giungere a qualche risultato intraprendendo una serie sistematica di misure su differenti metalli ed a differenti temperature. Questa ricerca sarebbe non solo utile alla fisica sperimentale, ma anche alla termodinamica teorica, che si trova ora nell'impossibilità di studiare con successo i fenomeni termoelettrici per l'insufficienza delle formule empiriche esprimenti le relazioni fra essi e le temperature.

SULLA RESISTENZA DELLE SOLUZIONI SALINE IN MOVIMENTO.

Nota del Dott. A. AMERIO.

E. Edlund [1]) trovò con due metodi indipendenti, che la resistenza elettrica di un liquido (acqua, o alcool contenente il 24 % in acqua), diminuisce o aumenta, secondo che esso si muove nello stesso verso, o in verso contrario all'elettricità. La velocità del liquido era di circa 10 metri al secondo.

Il Dott. I. Bosi [2]) trova invece, con velocità di soli 11 cm. al secondo, effetti più cospicui, e precisamente nello stesso senso trovato dall'Edlund, per gli elettroliti che si concen-

1) Annalen der Physik und Chemie, V. 156, 1875, pag. 251.
2) Nuovo Cimento, Vol. 5, 1897, pag. 249.

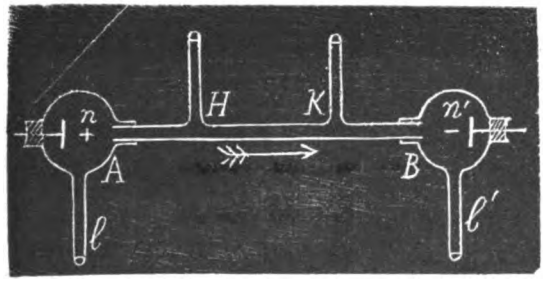
Digitized by Google

trano all' anodo, in senso contrario per quelli che si concentrano al catodo, mentre mancano affatto per gli altri che non variano di concentrazione. Trova inoltre che l' aumento della resistenza è sempre maggiore della diminuzione.

Il Prof. E. H. Hall, di Cambridge, comunica alla *Physical Review* [1]), che esperienze fatte dal sig. J. B. Hayward, con velocità da 8 a 10 cm. per secondo, non hanno dato risultato positivo, e conclude che, se pure esiste, l' influenza del movimento deve essere molto minore di quanto trova il Bosi. Però non descrive il metodo seguìto.

Ora a me pare che l' apparecchio del Bosi sia assai bene ideato, e adoprato con tutte le precauzioni e le cure desiderabili, di modo che i risultati delle sue misure devono essere perfettamente attendibili, ma credo che non conducano di nenessità ad ammettere un' influenza diretta del movimento sulla resistenza.

Infatti, sia A B il tubo nel quale scorre l' elettrolita nelle esperienze del Bosi; e siano H, K i punti tra i quali si misura la differenza di potenziale, n, n', i due elettrodi, l, l' i tubi che danno passaggio al liquido.



Noto anzitutto che le conduttività degli elettroliti adoprati dal Bosi (soluzioni in acqua di $ZnSO_4$ all' 1 %, $CuSO_4$ al 5 %, K_2SO_4 all' 8 %, KNO_3 al 10 %, $KClO_3$ al 4 % in peso), crescono tutte se si aumenta la concentrazione.

E ora suppongo che sia n l' elettrodo positivo e che il liquido si muova da A verso B.

1) Physical Review, Vol. 7, 1898, pag. 246.

Digitized by Google

Avverrà che se l' elettrolita si concentra all' anodo, spostandosi verso B renderà più concentrata la colonna A B di quando è in quiete, e perciò si avrà *diminuzione di resistenza.*

Se invece all' anodo si produce diluizione, nel tratto AB si avrà una soluzione meno concentrata, e quindi *aumento di resistenza.*

E se l' elettrolita non varia di concentrazione, la resistenza rimarrà *invariata.*

Nello stesso modo si spiegano i fenomeni quando la corrente va in verso contrario al liquido.

Osservo che queste variazioni di resistenza dovrebbero avvenire in senso contrario per soluzioni di $ZnSO_4$, o di altri elettroliti, concentrate oltre al massimo di conduttività.

Che poi l' aumento di resistenza superi sempre la diminuzione, può dipendere dalle condizioni speciali dell' apparecchio, tra le quali noto la seguente: la soluzione più concentrata che si forma intorno ad uno degli elettrodi, seguirà solo in parte il movimento che tende a traspostarla nel tubo A B, mentre l' altra parte scenderà nel tubo verticale l o l'; ciò non può avvenire per la più diluita.

Queste variazioni di concentrazione si evitano o colle grandi velocità impiegate dall' Edlund, o adottando altre disposizioni, come forse avrà fatto il sig. Hayward.

Conchiudo dunque che le osservazioni del Dott. Bosi, benchè esatte, non possono contradire nè ai risultati positivi ottenuti dall' Edlund per velocità grandi, nè a quelli negativi ottenuti dal sig. Hayward per velocità piccole.

Firenze, Istituto di Studi Superiori.
Ottobre 1899.

Digitized by Google

SUL MODO DI FUNZIONARE DEL COHERER.

Nota del Dott. RICCARDO MALAGOLI.

1. Il Prof. Tommasina di Ginevra è riuscito a dimostrare che il funzionamento del *coherer* non è solamente accompagnato da scintille fra grano e grano della limatura, come Leo Arons [1]) ed io [2]) abbiamo per diverse vie messo in chiaro; ma ancora (fenomeno *molto strano e curioso)* dalla formazione di catenelle conduttrici costituite dai grani stessi, fusi gli uni agli altri dall' azione termica delle scintille [3]).

Per poter osservare queste catene basta dare una disposizione verticale al *coherer,* ed allontanare lentamente gli elettrodi sotto l' azione delle onde elettriche. Queste catene meglio che nell' aria si formano in seno ad acqua distillata; se ne ha sempre *una sola;* si richiede un tempo minore di 1 secondo affinchè si formi, parendo che l' azione delle onde sia progressiva; e la natura del metallo che si adopera sembra tanto più favorire la formazione della catena quanto esso è meno ossidabile.

Il fenomeno è molto più grandioso se in luogo di far agire le onde elettriche, si attacchi direttamente il secondario del rocchetto agli elettrodi del *coherer.* Le catenelle che l'A. chiama allora di *auto-formazione* si ottengono anche senza il contatto iniziale dei due elettrodi colla limatura. Facendo agire il rocchetto di Ruhmkorff che può dare scintille di 35 cm. si vedono *delle catenelle sollevarsi e concorrere, sforzandosi con slanci rapidi a raggiungere la meta.* Ma, anche quì, in meno di un secondo una serie di scintille scoppietta fra i due elettrodi, la catena allora si forma, e cessano istantaneamente i moti delle altre particelle.

2. Ho pensato allora di fare la seguente esperienza che è molto semplice e molto istruttiva.

1) Wiedemann Ann. Bd. 65, 1898, N. 7.
2) Elettricista. Anno 7ª, 1898, N. 9.
3) Comptes rendus, 12 Dicembre 1898, 15 Marzo, 1° Maggio e 3 Luglio 1899.

Digitized by Google

Al fondo d' un bicchiere trovasi un disco metallico comunicante coll' esterno, e sul quale viene depositato meglio che della limatura, dei trucioli di ottone, cascami del tornio, producendoli quanto più è possibile sottili ed appuntati. Introduco nel bicchiere del petrolio o dell' olio di vasellina, e immergo nel liquido una sferetta assai piccola, congiunta con un filo che esce pure dal bicchiere.

Metto al suolo uno qualunque dei due conduttori, e l'altro in contatto di una comune e debole macchina elettrostatica, cioè che dà un potenziale non superiore a 80 unità elettrostatiche.

Se la distanza dalla sferetta al disco è piuttosto grande allora si produce la scarica convettiva della pallina pei moti di attrazione e successiva repulsione dei trucioli, conformemente alla antica esperienza detta della *danza elettrica*. Un galvanometro con una pila in serie che mettono capo da un lato al filo del disco e dall' altro a quello della pallina mostra di trovarsi a circuito aperto anche durante la scarica.

Se si diminuisca la distanza fra disco e pallina fino a circa 2 cm., accade che mentre colla messa in marcia della macchina elettrica, si forma inizialmente il moto convettivo di tutta la massa dei trucioli, arriva un istante in cui una scintilla scocca fra pallina e disco, seguendo una serie di trucioli che salda in catena; tutti gli altri pezzetti accennano tosto a cadere e cadono sul disco, e il galvanometro ha una violenta deviazione permanente.

3. Questo è il fenomeno fondamentale su cui sono basati i risultati ottenuti dal Tommasina. Non ha bisogno di spiegazioni; si tratta dell' induzione elettrostatica; e poichè la catenella metallica equilibra il potenziale fra pallina e disco, si annulla il campo elettrico in seno al liquido; nessuna altra azione induttiva e ponderomotrice può venire esercitata sui trucioli, cosicchè la catenella rimane *unica*.

Quanto alla natura del metallo, più che il grado di ossidabilità sarà in gioco il grado di fusibilità; ma non essendo possibile avere dei trucioli di diversi metalli di egual peso o volume bisognerà tener conto del peso e durezza dei metalli stessi. Così le catene si formano agevolmente anche usando il

Digitized by Google

ferro in trucioli, mentre il Tommasina adoprando il ferro in limatura immerso nell' acqua lo aveva trovato pochissimo o punto adesivo.

Quanto al tempo necessario perchè la catena si formi, è evidente che esso deve dipendere dalla possibilità che in causa dei moti convettivi nello spazio compreso fra gli elettrodi di questo *coherer* venga a trovarsi una serie di grani fra loro a tali distanze che possa verificarsi, colla differenza di potenziale usata, una scintilla. Il Tommasina ha infatti trovato che il tempo scema col crescere della differenza di potenziale, e col diminuire della distanza degli elettrodi; ma esso dipende altresì dalle dimensioni dei trucioli usati come ho potuto constatare. Anzi colle limature in genere, ed ancora più colle più sottili, non è possibile che di rado osservare la formazione della catena, a meno che non si tengano gli elettrodi fra loro assai vicini.

Usando un liquido avente una forte resistenza d' isolamento e poca viscosità come il petrolio, il fenomeno avviene naturalmente molto meglio che non coll' acqua distillata, di cui si è servito quasi esclusivamente il Tommasina. Si comprende inoltre perchè usando l' acqua potabile o quella che contenga anche delle traccie di acido il Tommasina non ha potuto osservare la formazione della catena: è la conducibilità che impedisce al campo elettrico di assumere pure inizialmente dei valori di qualche entità. Operando nell' aria il fenomeno avviene con grande difficoltà; ciò deve spiegarsi ritenendo che l' azione scaricatrice delle punte della limatura sia capace di vincerla sul potere isolante del mezzo gasoso.

È inutile aggiungere, che anche sperimentando col rocchetto d' induzione, ho potuto vedere confermate tutte le precedenti circostanze.

4. Questa esperienza con un campo elettrico a direzione fissa, completa dunque le eleganti ricerche del Tommasina istituite per osservare ingrandito il fenomeno che si svolge fra i granelli di polvere metallica nei *coherer*. Per essi non occorre tempo apprezzabile affinchè i moti convettivi rendano possibile lo scoccare di scintille; questi moti però debbono iniziarsi anche sotto l' azione di campi a rapidissime inversioni,

Digitized by Google

movendosi sui granelli le cariche indotte, e ciò deve portare ad una maggiore compattezza della polvere qualora non esistessero già le distanze sufficienti per la scarica luminosa come in un *quadro scintillante*. E le citate esperienze di Arons, che osservava al microscopio il comportamento della polvere metallica, hanno appunto messo in vista dei movimenti bruschi dei granelli, che l'Arons mostra attribuire all' azione termica delle scintille, ma che trovano la loro naturale spiegazione anche nei moti convettivi della *danza elettrica*.

Trova infine la sua spiegazione il fatto che nel funzionamento del *coherer* gli elettrodi sembravano esercitare un ufficio molto importante; è in essi che, colpiti da linee di forza magnetica a sensibile differenza di fase, le onde elettriche determinano un salto di potenziale, mentrechè fra grano e grano, per la grande vicinanza, la differenza di potenziale sarà estremamente piccola.

Quanto alle esperienze di E. Auerbach [1]) che ha ottenuto la riduzione di resistenza di polveri metalliche colle vibrazioni di un corista appoggiato sul tavolo, e che pensava a basare su ciò una teoria meccanica del funzionamento del *coherer*, dovremo ora ritenere [come già pensava lo stesso Calzecchi [2]), che pure aveva osservato questo fatto], che il fenomeno sia dovuto ad una migliore compattezza assunta dalla polvere come accadrebbe con un aumento di pressione.

Complessivamente [3]) risulta dunque che le idee del Lodge [4]) sul modo di agire delle onde elettriche sulle polveri metalliche, che lo portarono al nome di *coherer*, sono completamente conformi alla realtà.

Modena, Agosto 1899.

---

1) Wiedemann Ann. Bd. 64, pag. 611; Journal de Phys. Luglio 1898.

2) Nuovo Cimento, serie 3., vol. 16, pag. 60.

3) Vedansi anche le recentissime esperienze di Th. Sundorph. Wiedemann Ann. Bd. 68, pag. 594.

4) The Work of Hertz-Nature, vol. 50, pag. 133.

Digitized by Google

SULLA SOSTITUZIONE DELL'AZIONE MAGNETICA ALL'AZIONE MECCANICA DEL TREMBLEUR, PER ROMPERE DIRETTAMENTE LE CATENE DI LIMATURA DEI COHERER,

di T. TOMMASINA [1]).

I *coherer* sensibilissimi del Marconi contengono della limatura di nichel con traccie di limature di argento; si ottengono pure degli eccellenti radioconduttori adoperando limature di cobalto, ferro e acciaio.

In questi differenti casi avvicinando al coherer una calamita la limatura viene attratta in blocco o solo in parte e la conducibilità sparisce immediatamente.

Ci si può giovare di questa osservazione per rendere automaticamente ai coherer la loro sensibilità, senza il soccorso del *trembleur*. Questo si può ottenere ponendo un elettrocalamita con uno dei suoi poli qualche millimetro al di sotto del coherer tenuto orizzontalmente, e inserendo nel circuito del coherer, un accumulatore, una resistenza e il relais, il quale serve per aprire e chiudere il circuito dell' elettrocalamita.

Una volta regolati questi apparecchi, il ricevimento dei segnali è perfetto, con tubi contenenti limature di ferro, cobalto e nichel.

Il movimento della limatura è visibile e di una precisione rimarchevole.

Questi resultati realizzano, dal punto di vista della regolarità del funzionamento, un miglioramento importante per la telegrafia senza fili.

---

1) Dai Comptes Rendus, tomo 128, pag. 1225.

Digitized by Google

SULLE VARIAZIONI DELL' EFFETTO PELTIER IN UN CAMPO MAGNETICO,

di A. POCHETTINO [1]).

Fra le più notevoli relazioni che legano il magnetismo cogli altri fenomeni fisici una delle più interessanti è certamente quella segnalata per la prima volta da Lord Kelvin [2]): ossia l'influenza della magnetizzazione sulle proprietà termoelettriche del ferro e dell'acciaio. Le esperienze di Lord Kelvin sono però puramente qualitative; le prime misure sull'argomento sono quelle di Stroubal e Barus [3]) i quali studiando una coppia ferro-rame magnetizzata longitudinalmente da un campo di 35 unità (C. G. S.) trovarono che la forza elettromotrice era maggiore nel campo che fuori di esso. Dopo Stroubal e Barus, Chassagny [4]) eseguì un'estesa serie di esperienze costatando che è bensì vero che la forza elettromotrice di una coppia ferro-rame, posta in un campo magnetico, varia al variare dell'intensità del campo, ma mentre da principio cresce fino ad un massimo per un campo di 55 unità, decresce poi in seguito al crescere dell'intensità del campo.

La ricerca più completa su questo argomento è senza dubbio quella di Houllevigue [5]); egli con numerosissime ed accurate esperienze arriva alla seguente conclusione: la forza elettromotrice di una coppia ferro-rame viene modificata da un campo magnetico, cresce dapprima fino ad un massimo e ritorna al suo valore normale in un campo di 350 unità e finalmente decresce.

Noi abbiamo cercato di constatare quale influenza abbia la magnetizzazione longitudinale sul valore dell'effetto Peltier in una saldatura ferro-rame e di vedere fino a qual punto i nostri risultati si accordino con quelli che si possono dedurre dalle

1) Dai Rend. della R. Accad. dei Lincei, vol. 8°, ser. 5., fasc. 2, 2° sem., 1899.
2) Phyl. Trans. L. R. S. pag. 722, 1856.
3) Wied. Ann., 14, pag. 54, 1881.
4) C. R. 116, pag. 977, 1893.
5) Ann. de Chim. et de Phys. (7), 7, pag. 495, 1896.

Digitized by Google

esperienze di Houllevigue mediante la nota formula di Thomson che lega il coefficiente dell'effetto Peltier al valore della forza termoelettromotrice fra due metalli. Fra i metodi finora escogitati per la misura del coefficiente dell'effetto Peltier si scelse, come più adatto per queste esperienze, quello ideato dal sig. Straneo e da lui pubblicato nella Nota [1]) *Sulla temperatura di un conduttore lineare bimetallico*. Non staremo qui a ripetere come il sig. Straneo arrivi alla misura del coefficiente dell'effetto Peltier mediante la considerazione di tutti i fenomeni termici che si producono in un conduttore lineare composto da due metalli, percorso da una corrente di data intensità, ossia: propagazione del calore nell'interno causata dalle conducibilità calorifiche interne, flusso di calore verso l'esterno attraverso la superficie di contatto coll'aria ambiente, effetto Joule, effetto Thomson, effetto Peltier. Si riporterà solo la formula finale ricordando che essa vale nel caso di un conduttore cilindrico composto di due metà uguali di diverso metallo, di cui le due estremità siano mantenute ad una temperatura fissa che si assume come origine, temperatura che si ammette essere uguale a quella dell'ambiente esterno, e nell'ipotesi che le variazioni massime di temperatura si limitino a pochi gradi di modo che si possa trascurare l'effetto Thomson.

La temperatura del conduttore così considerato tende, al crescere del tempo, ad uno stato stazionario; chiamando ΔU la differenza fra due temperature stazionarie nella saldatura per due direzioni opposte della corrente riscaldante, si giunge alla formula:

$$(1)\quad \Delta U = 2\frac{Pi}{q}\,\frac{(e^{\lambda_1 l_1}-e^{-\lambda_1 l_1})(e^{\lambda_2 l_2}-e^{\lambda_2 l_2})}{k_1\lambda_1(e^{\lambda_1 l_1}+e^{-\lambda_1 l_1})(e^{\lambda_2 l_2}-e^{-\lambda_2 l_2})+k_2\lambda_2(e^{\lambda_1 l_1}-e^{-\lambda_1 l_1})(e^{\lambda_2 l_2}+e^{-\lambda_2 l_2})}$$

dove P è il coefficiente dell'effetto Peltier, q è la sezione comune alle due metà del conduttore, i è l'intensità della corrente riscaldante, k_1 e k_2 sono rispettivamente le conducibilità

1) Rend. Acc. Lincei, 1898, 1° sem., pag. 346

Digitized by Google

termiche interne dei due metalli di cui si compone il conduttore, l_1 l_2 le loro rispettive lunghezze e

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{h_1 p}{k_1 q}} \qquad \lambda_2 = \sqrt{\frac{h_2 p}{k_2 q}}$$

essendo h_1 e h_2 le conducibilità termiche esterne dei due metalli e p il loro comune perimetro. Dalla (1) si ha

$$(2)\quad P = \frac{q\Delta U[k_1\lambda_1(e^{\lambda_1 l_1}+e^{-\lambda_1 l_1})(e^{\lambda_2 l_2}-e^{-\lambda_2 l_2}) + k_2\lambda_2(e^{\lambda_1 l_1}-e^{-\lambda_1 l_1})(e^{\lambda_2 l_2}+e^{-\lambda_2 l_2})}{2i(e^{\lambda_1 l_1}-e^{-\lambda_1 l_1})(e^{\lambda_2 l_2}+e^{-\lambda_2 l_2})}$$

formula che permette il calcolo di P in funzione di k_1, k_2, h_1, h_2, i, q, p, ΔU.

Per realizzare le condizioni ai limiti richieste dallo sviluppo del sig. Straneo e far avvenire il fenomeno in un campo magnetico uniforme si operò così:

Il conduttore era formato da due cilindretti, uno di rame e uno di ferro chimicamente puri, saldati ad argento sul prolungamento l'uno dell'altro; le sue due estremità erano saldate a due cassette di rame munite di convenienti tubulature onde far circolare in esse dell'acqua corrente; l'aria circondante la superficie del conduttore era completamente avvolta da un doppio involucro cilindrico in ferro vicinissimo ad essa; fra le due pareti di questo doppio cilindro si poteva far correre la stessa acqua delle cassette di rame. Attorno alla cassetta di ferro era avvolto il filo accuratamente isolato formante un'elica magnetizzante composta da cinque strati di filo ed estendentesi lungo tutta la lunghezza del conduttore; il filo era tale da poter esser percorso anche da una corrente di 25 Ampère senza essere quasi riscaldato. La corrente riscaldante era fornita da due accumulatori accoppiati, mediante apposito commutatore poteva essere invertita, e veniva misurata mediante un amperometro ordinario; la corrente magnetizzante veniva data da una batteria di 12 accumulatori.

Le misure di temperatura erano eseguite mediante una piccolissima pila termoelettrica, una saldatura della quale era fissata nella saldatura ferro-rame e l'altra era messa in una provetta di vetro immersa, mediante apposita tubulatura, nel-

Digitized by Google

l'acqua corrente della cassetta di ferro avvolgente il conduttore.

Veniamo ora alle singole misure e alle precauzioni da usarsi nelle medesime.

Cominciamo dalla determinazione delle conducibilità termiche interne ed esterne dei due metalli. Trattandosi di quantità che variano da pezzo a pezzo dello stesso metallo, occorreva conoscerle proprio per i due cilindretti con cui si voleva sperimentare. A ciò provvide un metodo ideato dallo stesso Straneo e da lui pubblicato nella Nota: *Sulla determinazione simultanea delle conducibilità termiche ed elettrica dei metalli a varie temperature* [1]), metodo che riusciva molto comodo, giacchè con esso si misuravano queste quantità nello stesso campo magnetico in cui poi si effettuavano le esperienze.

Una questione che si presenta subito qui è la seguente: La conducibilità termica interna e forse l'esterna vengono modificate dalla magnetizzazione; ora, trattandosi di misurare l'effetto Peltier in un campo magnetico, con un metodo che richiede la nozione esatta di quelle costanti, non bisognerà forse tener conto delle loro variazioni nella misura di P? Per rispondere a questa domanda basta vedere quale influenza esercitino sul valore misurato del coefficiente dell'effetto Peltier piccole variazioni nelle k. Derivando opportunamente la (2) e sostituendo alle varie costanti i loro valori approssimati, si vede che una variazione del valore di k per il ferro quale viene causata da una magnetizzazione longitudinale non ha alcuna influenza sensibile sul valore di P.

Le pile termoelettriche dovendo avere contemporaneamente una discreta sensibilità e una completa indifferenza rispetto al campo magnetico, furono costruite con fili sottilissimi di argentana ed argento. Dette pile venivano fissate a stagno per una saldatura al punto di unione dei due metalli componenti il conduttore. La calibrazione della pila avveniva senza dissaldarla, mediante un buon termometro; si operava così: si lasciava correre l'acqua nelle cassette per un certo tempo finchè si poteva esser sicuri che la saldatura ne avesse

1) Rend. R. Accad. dei Lincei 1898, 1° sem., pag. 197.

Digitized by Google

assunto la temperatura, e poi si riscaldava in modo noto l'altra saldatura libera, riscaldando colla mano la provettina di vetro piena di glicerina in cui essa era immersa, e che, nelle misure ordinarie, era fissata in modo da trovarsi per due terzi immersa nell' acqua della cassetta centrale.

La misura dell' intensità del campo magnetico nel punto della saldatura veniva effettuata mediante il noto metodo delle scariche indotte osservate al galvanometro balistico; la bobina adoperata era piccolissima e costruita in modo da poter essere adattata molto vicina al conduttore bimetallico nell' interno dell' elica magnetizzante.

Con questo metodo si aveva il vantaggio di compiere tale misura senza spostare tutto l' apparecchio e senza dover supporre la corrente magnetizzante costante, cosa di cui non si sarebbe stati sicuri nel caso che si fosse dovuto interrompere la corrente per un certo tempo onde disporre altrimenti l' apparecchio; di più non era necessario conoscere l' intensità della corrente magnetizzante.

Dalle misure ottenute si può concludere:

I. Il valore del coefficiente dell' effetto Peltier varia colla magnetizzazione; cresce dapprima fino ad un massimo valore 0,008968 corrispondentemente a un campo di 98 unità, poi decresce, ripassa pel suo valore normale in corrispondenza a un campo di 345 unità circa.

II. La formula dedotta dalle esperienze di Houllevigue colla formula di Thomson non rappresenta bene il fenomeno che fino a un campo di 700 unità.

III. La variazione del valore di P è indipendente dalla direzione della magnetizzazione. Infatti da esperienze appositamente istituite si vide che, raggiunta la temperatura stazionaria, le condizioni termiche del conduttore non mutavano affatto rovesciando la corrente magnetizzante.

Digitized by Google

LIBRI NUOVI

LA LIQUÉFACTION DES GAZ,
di J. CAURO.

(Paris, Gauthier-Villars, edit., 1899)

Dopo aver ricordato le proprietà generali dei fluidi, seguendo all' incirca una memoria dell' Amagat (V. *Les actualités chimiques*, maggio 1897), l' autore espone i metodi di liquefazione e dà un cenno del laboratorio criogeno di Leyda, che il Kuenen descrisse già con molti dettagli, fra gli altri, nella *Revue Générale des Sciences.*

Passando poi alle applicazioni dei gas liquefatti, si dà un rapido sguardo alle macchine industriali; ma non si risparmia a chi volesse acquistarne una esatta idea di ricorrere al manuale del De Marchena od al trattato del Prof. Lorenz di Halle, pubblicato dallo stesso benemerito editore. Segue un succoso capitolo storico, e un indice delle applicazioni scientifiche e industriali dei gas liquefatti. Compiono il capitolo sulla teoria dei fluidi alcune note sull' esperienze di Andrews, Drion, Amagat, alla fine del volume. Il quale, sebbene non consti che di 79 pagine, può riuscire di utilità a chi desideri mettersi con poca fatica al corrente di quanto fu fatto sull' argomento.

R. PITONI.

PRINCIPES ET PRATIQUE D'ART EN PHOTOGRAPHIE - LE PAYSAGE,
per FÉDÉRIC DILLAYE.

(Paris, Gauthier-Villars, edit., 1899).

È un corso di sei lezioni o conferenze, tenute dall'A. per incarico della Società francese di fotografia, che desta fin dalle prime pagine un interesse grandissimo ed è molto utile a chiunque, per diletto o per industria, si dedica alla fotografia.

Alcuni principi generali di prospettiva, che è, per così dire, l' A B C delle arti grafiche, sul punto di veduta, sul

Digitized by Google

punto di sfuggita, sulla deformazione apparente delle linee formano l' argomento della prima lezione. Dopo, l' A. entra veramente in materia, e spende le rimanenti lezioni a trattare, con speciale competenza, della composizione, della luce, dei rivelatori che convengono ad uno sviluppo artistico, degli effetti, o, in altre parole, del chiaro-scuro.

Dopo aver letto queste sei lezioni, si sente il rammarico di non avervi potuto assistere tanto per l' argomento intorno a cui si aggirano, quanto per lo stile spigliato, molto spesso brillante.

L' edizione, non occorrerebbe neppur dirlo sapendo chi ne è stato l' editore, è accuratissima e adorna di splendide incisioni; la stampa nitida e bella, su ottima carta.

M. ALLEGRETTI.

LES GAZ DE L'ATMOSPHERE,
per WILLIAM RAMSAY,
tradotto dall' inglese da GEORGES CHARPY.

(Paris, Georges Carré et C. Naud, edit., 1898).

È sempre difficile, nello stato attuale della scienza, di spiegare chiaramente alle persone sprovviste di vaste cognizioni scientifiche i ragionamenti, che permettono di arrivare a conclusioni relative alla natura della materia.

Questa difficoltà è stata vinta nella presente interessantissima opera, per modo che ognuno può seguire, con sommo diletto, tutti i tentativi per svelare la costituzione atmosferica, e le teorie sulla costituzione stessa, da Boyle, Mayow e Hales (sec. XVII), fino alla scoperta dell' argon, dovuta a Lord Rayleigh e al Prof. William Ramsay stesso.

Dei sette capitoli in cui è diviso il volume, i primi quattro sono occupati dalla parte storica, gli altri tre hanno per argomento l' *argon*, le sue proprietà e il posto che occupa fra gli elementi.

È un' opera questa che non può fare a meno di aver incontrato e d' incontrare un grande favore fra tutti i cultori

Digitized by Google

della scienza per l' interesse del soggetto, non solo, ma anche, come coefficiente non ultimo di successo, per l' edizione veramente di lusso. M. ALLEGRETTI.

DIX LEÇONS DE PHOTOGRAPHIE,

par E. TRUTAT.

(Gauthier-Villars, edit., Paris, 1899).

È un volumetto di circa 200 pagine, edito con molta cura ed eleganza, nel quale l'A. ha raccolto alcune sue lezioni di fotografia fatte a Tolosa.

In esso l'A., dopo aver accennato all' origine ed allo sviluppo della fotografia, indica i risultati fino ad ora ottenuti e tratta del materiale ad essa necessario, degli obbiettivi e dell' azione chimica della luce. Con molta precisione e competenza, espone i metodi antichi e moderni, mostrando i difetti di quelli ed i vantaggi di questi, trattenendosi specialmente sulla preparazione delle lastre con gelatina al bromuro. Quindi parlando della ricerca del soggetto indica gli obbiettivi da usarsi nei vari casi ed insiste nel dimostrare quanto sia necessaria alla fotografia, l' applicazione delle regole dell' arte.

Descrive finalmente i metodi migliori per lo sviluppo delle negative e la tiratura delle positive, e nell' ultima lezione, dopo aver largamente esposto i vari processi fotomeccanici applicati alla incisione ed alla fotolitografia, termina con un breve accenno alla fotocromia.

L'A., oltre ad esporre a larghi tratti la storia dei progressi della fotografia, ha saputo così bene riunire la trattazione teorica dei vari argomenti ad una esposizione chiara e minuta dei migliori e più moderni metodi pratici, da render questo libro interessantissimo e degno di esser raccomandato.

P. G. MELANI.

Digitized by Google

RIVISTA

Comptes Rendus. T. CXXVIII, Marzo e Aprile 1899.

BERTHELOT D. *Sopra una semplice relazione che dà il peso molecolare dei liquidi in funzione delle loro densità e le loro costanti critiche* (pp. 606-609). — Essendo d la densità di un corpo liquido alla temperatura T, M il suo peso molecolare, T_c la sua temperatura critica assoluta, p_c la sua pressione critica l'A. stabilisce la formula seguente

$$M = 11{,}4\, d\, \frac{T_c}{p_c\left(2 - \frac{T}{T_c}\right)}.$$

Facendo una comparazione fra i pesi molecolari dei diversi corpi, trovati con questa formula, e i pesi molecolari che resultano dalla formula chimica, l'A. trova resultati abbastanza concordi; le piccole differenze che vi esistono dipendendo in gran parte dall'incertezza sulle pressioni critiche.

AMAGAT E. H. *Saggio di una nuova forma della relazione* $f(p\,v\,t) = 0$; *caso dello stato di saturazione* (pp. 649-653). — L'A. riferendosi alla relazione trovata in un suo lavoro precedente [1]) studia ora il modo di rendersi conto del grado di approssimazione di questa nel caso i cui dati siano relativi allo stato di saturazione.

FÈRY C. *Sul massimo di sensibilità dei galvanometri a quadro mobile* (pp. 663-666). — L'A. avendo bisogno, in una serie di ricerche di misurare debolissime intensità col mezzo d'un galvanometro Dépretz-D'Arsonval, determina il rapporto $\frac{r'}{r}$ delle resistenze del filo di torsione e del rocchetto, che mette l'apparecchio nelle condizioni di massima sensibilità. Distingue tre casi: nel 1° caso $r' = \text{cost}$, trova che il massimo cercato ha luogo quando $r = r' + \rho$ dove ρ è la resistenza interna della sorgente di elettricità. Nel 2° suppone $r = \text{cost}$ e trova il massimo quando $r' = \infty$. Nel 3° suppone $r + r'$ dato ed uguale ad R e trova che la condizione di massimo è per $r' = 2\,r$. I casi 1° e 3° sono i soli interessanti nella pratica. A cagione però di parecchie cause

1) Nuovo Cimento, t. 10.

Digitized by Google

perturbatrici, in special modo per il magnetismo del rame del rocchetto, segnalato da Lippmann, non bisogna credere che si possa tanto facilmente aumentare la sensibilità del galvanometro.

TOMMASINA T. *Sopra un coherer sensibilissimo, ottenuto per il semplice contatto di due carboni, e sopra la costatazione d' extra-correnti, indotte nel corpo umano dalle onde elettriche* (pp. 666-667). — L'A. spiega innanzi tutto i vantaggi dei coherer a polvere di carbone su quelli a limatura metallica, indi dà le ragioni che lo hanno indotto a costruire un tipo di coherer a carboni della più grande sensibilità. Per ciò ha introdotto in ciascuna estremità di un tubo di vetro di $0^m,02$ di diametro e di $0^m,12$ di lunghezza, un carbone cilindrico di lampada ad arco di 7 mm. di diametro coll' estremità arrotondate. I due carboni sono imperniati nel tubo per mezzo di due tappi di cautchouc ed in leggero contatto fra di loro.

Occorre un certo tempo per eccitarli ma una volta regolati si ha un coherer sensibilissimo e stabile. L'A. servendosi di questo coherer ha potuto costatare delle extra-correnti indotte nel corpo umano dalle onde elettriche.

BLONDEL A. *Sugli archi a correnti alternate dissimetriche fra metalli e carboni* (pp. 727-731). — Il Lang e lo Schulka hanno mostrato, rispettivamente per il ferro e l' alluminio che un arco prodotto fra un elettrodo di metallo e un elettrodo di carbone per mezzo di una f. e. m. alternata, sembra essere la sede d' una corrente continua (denominazione molto impropria) nel senso metallo-carbone. La causa di ciò è stata in parte spiegata da Lichberg e Kallir. L'A. si propone di studiare più completamente le condizioni di questa dissimetria con l' aiuto di alcuni oscillografi che rendono facilissimo il tracciamento esatto delle curve.

PELLAT H. *Dell' aumento dell' intensità media della corrente per l' introduzione del primario del rocchetto, nel caso dell' interruttore elettrolitico di Wehnelt* (pp. 732-734). — L'A. studiando l' interruttore elettrolitico Wehnelt ha segnalato un fatto abbastanza interessante. Posti nel circuito primario di un rocchetto che dava 25 mm. di scintilla, l' interruttore elettrolitico e un amperometro Carpentier, l'A. ha costatato che l' intensità media della corrente è più forte, e talora considerevolmente, nel caso in cui il circuito contiene il primario del rocchetto, di quando il circuito è chiuso senza che il primario ne faccia parte. L'A. cita varie esperienze atte ad illustrare maggiormente il fenomeno, cercando poi di spiegarlo analiticamente.

BECQUEREL H. *Nota su alcune proprietà dell' irraggiamento dell' uranio e dei corpi radio-attivi* (pp. 771-777). — L'A. dopo aver rammentato il suo lavoro sull' irraggiamento dell' uranio ese-

Digitized by Google

guito nel 1897, e gli altri lavori che seguirono questo di Lord Kelvin, Beattie, Smoluchowski ed altri, si propone in questo di riassumere i resultati che si possono dedurre dall' esame di parecchie centinaia di clichés fotografici ottenuti da lui in tre anni, e che mostrano come questo fenomeno d' irraggiamento, sia molto complesso. L'A. esperimentando con altri corpi come il polunium e il radio, mostra come l' irraggiamento di questi corpi si polarizza. S' intrattiene poi sulla riflessione, la rifrazione, e l' assorbimento per parte di queste radiazioni. Riassumendo conclude che l' irraggiamento dei corpi radio-attivi presenta dei caratteri che si rassomigliano più ai raggi X che a quelli della luce ordinaria.

NEGREANO D. *Sopra gli elementi magnetici in Rumania al 1° Gennaio 1895* (p. 813). — L'A. ha eseguite delle determinazioni sugli elementi magnetici in Rumania nello scopo di costruire la carta magnetica del paese.

NEGREANO D. *Una quistione di priorità relativamente alla relazione* $\frac{k-i}{(k+2)d} = \text{cost}$ *fra la costante dielettrica e la densità* (pp. 814-815). — L'A. riferendosi al suo lavoro sulle costanti dielettriche di diversi liquidi isolanti, pubblicato nel 1887 sui *Comptes rendus*, in cui aveva trovato questa formula nota come questa era stata trovata già nel 1880 da Lorentz e prima ancora da Mossotti e Clausius, sotto i nomi dei quali è appunto conosciuta.

PELLAT H. *Sull' interruttore di Wehnelt* (pp. 815-817). — L'A. in questa Nota espone un fenomeno curioso presentato dall' interruttore elettrolitico.

LONDE A. *Sopra un nuovo apparecchio destinato all' orientazione delle radiografie e alla ricerca dei corpi estranei* (pp. 817-818). — L'A. posto il principio che una radiografia, per essere esatta deve essere orientata ha costruito un *radioscopio esploratore* che soddisfa a questa condizione e permette ancora di determinare la profondità dei corpi estranei.

UMBERT G. *Trasformazione del cannocchiale di Galileo in strumento stadimetrico* (pp. 819-820). — L'A. ha trasformato i binocoli di Galileo in apparecchi stadimetrici col mezzo di un reticolo a tratti paralleli nettamente visibili. È uno strumento semplice, poco costoso, comodo, utile ai touristes, come agli ufficiali di terra e di mare.

BERTHELOT D. e SACERDOTE P. *Sopra i miscugli dei gas, e la compressibilità dei miscugli gassosi* (pp. 820-822). — Gli A. determinano in questa Nota, servendosi di un apparecchio già uti-

Digitized by Google

lizzato dal Berthelot [1]), la compressibilità dei miscugli gassosi fra 1 e 2 atmosfere.

NEGREANO D. *Metodo rapido per la determinazione del calore specifico dei liquidi* (pp. 875-876). — Il principio del metodo consiste nella comparazione dei tempi necessari per elevare di un medesimo numero di gradi, dei volumi uguali di acqua e di un liquido qualunque, quando sono scaldati per il passaggio di una stessa corrente elettrica.

WEISS P. *Sull' impiego delle frangie di diffrazione alla lettura delle deviazioni galvanometriche* (pp. 876-877). — Praticamente uno specchio di 1 cm. di diametro permette d' apprezzare con certezza un' angolo di cinque secondi, e poichè l' angolo descritto dal raggio luminoso è uguale al doppio della deviazione, sono dunque 2,5 secondi che rappresentano il più piccolo angolo osservabile.

L'A. con un dispositivo semplice, servendosi delle frangie di diffrazione prodotte dallo specchio, diminuisce notabilmente questo limite.

BLONDEL A. *Sull' interruttore elettrolitico Wehnelt* (pp. 878-879). — L'A. studiando il funzionamento di questo interruttore, cerca di spiegare con alcune esperienze come l' aumento della forza elettromotrice, agendo sopra un circuito di composizione variabile, può accrescere la frequenza.

BRANLY E. e LE BON G. *Sull' assorbimento delle onde hertziane per parte dei corpi non metallici* (pp. 879-883). — Sappiamo che una cassa metallica ermeticamente chiusa offre un ostacolo assoluto al passaggio delle onde hertziane anche se le sue pareti non hanno che qualche millimetro di spessore.

Gli A. si propongono di estendere le medesime ricerche sulla trasmissione delle onde elettriche attraverso i corpi non metallici. Esperimentando con dei blocchi di cemento e di pietra di vari spessori, e con una cassa di sabbia trovano che l' *opacità* per le onde hertziane delle sostanze non metalliche su cui hanno adoperato dipende: 1.° dalla loro natura, 2.° dal loro spessore, 3.° dal loro grado di umidità: coll' aumentare dello spessore e dell' umidità aumenta l' opacità della sostanza alle onde elettriche.

BOUDREAUX E. *Sopra l' ottenimento degli spettri elettrici mostranti le linee di forza d' un campo elettrico nell' aria* (pp. 882-883). — L'A. servendosi di polveri semi conduttrici è riuscito ad ottenere sopra una lastra omogenea di vetro (affatto conduttrice) degli spettri elettrici.

1) Comptes rendus, 13 Giugno 1898.

Digitized by Google

I conduttori che determinano il campo sono situati sulla faccia superiore od inferiore della lastra di vetro e in comunicazione con una macchina elettrica. I corpi che hanno dato migliori resultati sono il diamidofenolo cristallizzato in piccoli aghi di due o tre mm. di lunghezza, e le polveri di zucchero, sughero e sambuco.

BLONDLOT R. *Produzione di forze elettromotrici per lo spostamento nel seno di un liquido sottoposto all' azione magnetica di masse di conduttività differenti* (pp. 901-904). — L'A. segnalato il fenomeno, lo spiega poi analiticamente.

LE ROY A. *Sopra l' azione di un aumento o di una diminuzione di pressione sull' interruttore elettrolitico* (p. 925). — L'A. esperimenta che se con un artificio si viene a diminuire o ad aumentare la pressione dell' atmosfera gassosa del vaso nel quale è posto l' elettrolito, si constata che una diminuzione di pressione provoca l' arresto dei fenomeni d' interruzione della corrente impedendo i fenomeni di calefazione al catodo, e che un aumento di pressione dà luogo ai medesimi resultati, lasciando accumulati al catodo i gas elettrolitici.

BARY P. *Qualche condizione sul funzionamento dell' interruttore elettrolitico di Wehnelt* (pp. 925-927). — Nell' impiego dell'interruttore elettrolitico Wehnelt, si hanno tre fenomeni distinti che dipendono per un anodo di platino dato, dalla selfinduzione del circuito, dalla sua resistenza e dalla forza elettromotrice impiegata.

Con una differenza di potenziale debole si osserva semplicemente l' elettrolisi dell' acqua. Se si aumenta la differenza di potenziale, il fenomeno cangia bruscamente; i gas che si formano intorno l' anodo divengono luminosi, senza che il platino arrossisca producendo un rumore caratteristico: questo fenomeno osservato da Fizeau e Foucault è quello che è stato utilizzato da Wehnelt per il suo interruttore. Infine aumentando la f. e. m. il rumore cessa; i gas non sono più luminosi, ma il platino arrossa nel liquido.

Si può sostituire alla soluzione solforica, una soluzione di potassa: l' esperienza ha mostrato all' A. che tutti i corpi, di cui l' elettrolisi dava un semplice sviluppo di ossigeno al polo + potevano essere indifferentemente impiegati. Nelle sue esperienze l'A. si è servito di una soluzione di cloruro di ammonio nell'acqua, e ha misurato la frequenza osservando l' anodo con uno specchio girante. L'A. trova che perchè il fenomeno di Fizeau e Foucault si produca bisogna che la differenza di potenziale sia compresa fra i valori massimo e minimo al di fuori dei quali si ha il fenomeno di Violle o l' elettrolisi semplice.

Digitized by Google

La tensione minima è tanto più debole quanto più la selfinduzione del circuito è grande, mentre la tensione massima cresce con la selfinduzione del circuito, di tal sorte che i limiti fra i quali si osserva il fenomeno delle interruzioni si ravvicinano quando il coefficiente di selfinduzione diminuisce; per una selfinduzione nulla non si produce per alcun valore della tensione il fenomeno di Fizeau, e si passa ai fenomeni dell' elettrolisi semplice o a quello di Violle e Chassagny.

L'A. proponendosi infine di determinare l' influenza della pressione sulla frequenza, trova che questa diminuisce col crescere della pressione.

COLOMAN DE SZILY. *Sulla variazione della resistenza elettrica dei metalli e delle loro leghe, dovuta alla torsione* (pp. 927-930). — L'A. espone i resultati di un gran numero di misure, che mostrano che la resistenza elettrica va aumentando con l' angolo di torsione; ma non però proporzionalmente a quest'angolo ma molto di più. L'A. ha esaminato pure se la resistenza elettrica del filo torto resta costante o varia col tempo e ha potuto costatare che diminuisce lentamente. L'A. ha eseguito le sue esperienze adoprando dei fili di costantan, nichelina, maillechort e rame.

LEFEBVRE P. *Punti correlativi dei punti di Bravais* (pp. 930-933). — L'A. dimostra che in un sistema ottico centrato esistano dei punti dotati di proprietà interessanti, la di cui esistenza è correlativa di quella dei punti di Bravais.

HENRY C. *Actino-fotometro fondato sopra delle relazioni fra lo splendore del solfuro di zinco fosforescente, l' intensità o la natura delle sorgenti eccitatrici* (pp. 941-943). — Un buon actinometro per la fotografia deve 1.° misurare tutte le radiazioni che riducano la gelatinabromuro d' argento e queste soltanto, 2.° dare le indicazioni più parallele che sia possibile a quelle della lastra fotografica. Queste due condizioni sono completamente soddisfatte usando dello zinco fosforescente. L'A. ha fatto costruire appunto un actinometro consistente essenzialmente in una serie di schermi circolari metà traslucidi, metà fosforescenti. Con questo actinometro si può ancora dare degli indizi importanti sulla natura delle sorgenti eccitatrici, e può servire anche come fotometro.

CARPENTIER J. *Perfezionamenti all' interruttore elettrolitico di Wehnelt* (pp. 987-988). — L'A. in questa sua Nota espone dei perfezionamenti all' interruttore atti a mettere il rocchetto in azione con solo una dozzina di accumulatori e permettere di regolare la lunghezza del filo di platino che costituisce l' elettrodo di piccola superficie.

ARMAGNAT H. *Contribuzione allo studio dell' interruttore elettrolitico* (pp. 988-990). — L' osservazione della corrente induttrice

Digitized by Google

in un rocchetto di Ruhmkorff fatta per mezzo del reografo Abraham, quando le interruzioni sono prodotte dall' interruttore Wehnelt, mostra che la corrente primaria non è oscillatoria, ossia non cambia di senso. Le oscillazioni compaiono se si mette in derivazione sull' interruttore un condensatore anche di debole capacità. Non c' è bisogno d' invocare la capacità elettrolitica per spiegare il fenomeno, almeno nelle linee generali. L'A. dà una spiegazione assai plausibile dell' andamento del fenomeno.

ABRAHAM H. *Sopra la decomposizione di una corrente ad alto potenziale in una successione di scariche distruttive* (pp. 991-994). — Essendo dato un trasformatore ad alto voltaggio, messo in azione da una corrente alternata, se si mettono le estremità del secondario in comunicazione da una parte con le armature di un condensatore, dall' altra con gli elettrodi di un deflagratore, se questi ultimi sono sufficientemente vicini, la corrente indotta passa dall' uno all' altro attraverso l' aria. L'A. espone in questa sua nota dei fenomeni che si producono in queste condizioni e che si congiungono direttamente alle esperienze di Gaugain e forniscono l' esplicazione della scarica intermittente scoperta da Fedderson.

Infine essi hanno molta parte nella produzione delle scintille efficaci di Hertz, nei fenomeni che vi si riannodano e nelle applicazioni che se ne può fare.

VILLARD P. *Raddrizzatore catodico per correnti indotte* (pp. 994-996). — L'A. in un lavoro precedente ha dimostrato che a una pressione data la resistenza elettrica di un tubo di Crookes dipende unicamente dalla sezione della corrente gassosa positiva che alimenta l' emissione catodica. Questa corrente respinta dalle pareti può essere a volontà ristretta e resa così più resistente, con l' impiego di tubi stretti e di catodo di piccolo diametro.

Questa proprietà permette all'A. di costruire un' ampolla dissimetrica costituente una valvola elettrica efficacissima capace di sopportare le scariche d' un forte rocchetto d' induzione. Il dispositivo dato dall'A. permette pure di verificare che in un tubo di Geissler o di Crookes, l'anodo non è la sede di alcun fenomeno calorifico particolare. Dott. E. PASQUINI.

Journal de Physique.

3. serie, t. VIII, Gennaio, Febbraio e Marzo 1899.

VILLARD P. *Sui raggi catodici* (pp. 1-16 e 148-161). — Basta fare il vuoto in un tubo di Crookes qualunque per osservare i due fenomeni seguenti: quando la rarefazione aumenta il fascio catodico che dapprima parte da tutta la superficie del catodo si assottiglia a poco a poco fino a non esser più che un sottile filetto assiale

Digitized by Google

quando appariscono i raggi X; in secondo luogo la resistenza del tubo, misurata dalla scintilla equivalente, aumenta nello stesso tempo che il fascio si assottiglia. L'A. prova con esperienze che questi due fenomeni sono correlativi e che la resistenza, misurata come si è detto, dipende unicamente dalla sezione all' origine del fascio catodico.

In questi fenomeni ha molta importanza l' azione delle pareti, azione che evidentemente è di ordine elettrico. E siccome si sa che nei tubi a raggi catodici le pareti hanno una carica positiva e tanto più forte quanto più la rarefazione è grande e siamo vicini al catodo, i resultati sperimentali si spiegano assai facilmente ammettendo che l' emissione catodica sia alimentata da un afflusso di materia carica positivamente *(afflusso catodico)* che proviene dalle diverse parti del tubo o almeno da quelle che sono comprese nello spazio oscuro.

L' afflusso catodico si vede facilmente sotto l' aspetto di un fiocco rosa violaceo che sembra staccarsi dal catodo; è poco sensibile alle azioni magnetiche e costituisce, in apparenza, una parte dei raggi catodici non deviabile colle calamite.

L'A. fa vedere come col diminuire progressivamente la pressione in un tubo di Crookes l' afflusso catodico, che dapprima copre il catodo uniformemente, a poco a poco si allunga e si assottiglia finchè, quando è ridotto a zero, la corrente elettrica non passa più.

Mostra pure che due fasci catodici che si propaghino in un tubo non hanno fra loro azione apprezzabile. Così pure due correnti d' afflusso catodico non si respingono.

Avendo già mostrato che i raggi catodici si formano a spese di un afflusso di materia carica positivamente che arriva al catodo con una velocità considerevole, l'A. suppone che questa materia sia sempre la stessa, qualunque sia il gas sul quale si fa il vuoto e qualunque sia il metallo degli elettrodi. L'A. fa vedere con esperienze che questa materia è un gas che può ridurre gli ossidi, e che collo spettroscopio si riconosce essere idrogeno. La sua origine si spiega facilmente quando si pensi che è impossibile togliere dai tubi completamente il vapor d' acqua.

PELLAT H. e SACERDOTE P. *Sulla variazione delle costanti dielettriche colla temperatura* (pp. 17-20). — Erano già state fatte esperienze per misurare le variazioni delle costanti dielettriche colla temperatura; ma esse erano state fatte tutte con liquidi; e non si aveva ancora alcuna idea dell' ordine di grandezza di queste variazioni per i dielettrici solidi ordinari, come l'ebanite e la paraffina.

Gli A. hanno misurato queste variazioni con un apparecchio dovuto a Pellat.

Digitized by Google

La principale difficoltà nelle misure era di ottenere in tutta la massa del dielettrico da sperimentare una stessa temperatura ben nota; gli A. hanno risoluto questa difficoltà sperimentando sempre alla temperatura ambiente; questa però si poteva variare scaldando la sala in cui si trovava l'apparecchio, per dodici ore prima della misura, o aprendo le finestre nella notte precedente.

Gli A. hanno trovato che quando la temperatura si eleva la costante dielettrica della paraffina diminuisce e quella dell'ebanite aumenta.

BRANLY E. *Resistenza elettrica al contatto di due dischi di uno stesso metallo* (pp. 21-24). — Il fenomeno per il quale le limature metalliche diventano conduttrici sotto l'influenza di scintille elettriche a distanza è stato interpretato in vari modi. Il più spesso la conducibilità è attribuita a una orientazione e ad un concatenamento delle particelle; la resistenza torna a manifestarsi quando con un urto si rompa quest'allineamento.

Per combattere tale spiegazione l'A. cita quest'esperienza: Se si prendono dei dischi di alluminio forati nel centro e ben puliti e si posano gli uni sugli altri regolarmente infilandoli in un'asta di ebanite verticale che serve di guida, la resistenza di questa colonna, che è debolissima se i dischi si sovrappongono dolcemente in modo da evitare gli urti, diviene molto più grande se si lasciano cadere uno dopo l'altro dall'estremità superiore dell'asta di ebanite.

BRANLY E. *Una scatola metallica non si lascia attraversare dalle oscillazioni Hertziane* (pp. 24-27). — I metalli, almeno debolmente, sono trasparenti alle oscillazioni hertziane? Per assicurarsene non basta d'interporre fra un radiatore e un ricevitore una lastra metallica anche larghissima. L'A. sperimentò tenendo chiusi dentro una scatola di legno completamente coperta di stagnola, una pila, un tubo a limatura e un galvanometro Deprez-D'Arsonval. Quantunque la stagnola essendo assai sottile presentasse per trasparenza dei piccoli fori, tuttavia attraverso la cassetta non passavano le onde hertziane che passavano invece assai bene quando si faceva nella stagnola una fenditura anche sottilissima.

GUILLAUME. *Costruzione meccanica delle curve terminali delle spirali* (pp. 28-30). — L'A. descrive un apparecchio per mezzo del quale si può determinare la forma delle curve delle spirali con metodo più rapido di quello grafico comunemente usato.

SAGNAC G. *Trasformazioni dei raggi X per mezzo della materia* (pp. 65-89). — Un fascio di raggi X traversa la materia senza deviare dalla linea retta, ma ciascun elemento di materia

Digitized by Google

situato sul tragitto del fascio emette in tutti i sensi ciò che l' A. ha chiamato dei *raggi secondari S;* i raggi secondari si disseminano alla loro volta sulla materia dando origine a dei raggi terziari T. Le denominazioni terziari, secondari, ecc. si riferiscono ai successivi modi di produzione dei raggi disseminati. D' altronde i raggi secondari, terziari, ecc. pur possedendo i caratteri fondamentali dei raggi X, formano una successione di raggi sempre più differenti dai raggi *X primari*, di cui essi costituiscono delle *trasformazioni sempre più profonde.* Spesso sono dei *raggi nuovi*, differenti completamente dai raggi X fin qui emessi dai tubi a vuoto.

In questa lunga memoria l' A fa vedere le analogie che passano fra i raggi S e i raggi X, i caratteri che li differenziano dai comuni raggi ultravioletti, e le differenze talvolta deboli, talvolta profonde fra i raggi S e i raggi X primari; mostra poi che la natura dei diversi raggi S dipende dal loro modo di produzione e che le intensità relative dei loro effetti dipendono dalla natura del ricevitore che li registra. I raggi S possono prodursi anche per trasmissione e sono emessi dai corpi opachi in uno strato superficiale che talvolta è sottilissimo. Inoltre la trasparenza di un ostacolo pei raggi X varia col variare della distanza fra il ricevitore e l' ostacolo; nel caso di un sistema di ostacoli la trasparenza apparente del sistema varia col variare dell' *ordine* degli ostacoli. L'A. fa poi vedere come si possa applicare l' azione elettrica dei raggi S al meccanismo della scarica dei conduttori elettrizzati percossi dai raggi X e finisce col parlare dell' emissione dei raggi terziari.

Dai suoi lavori l'A. deduce:

1.° L' ipotesi emessa da Röntgen, per la quale i raggi X non sarebbero che un genere speciale di raggi catodici, deve essere rigettata.

2.° Anche se si scarta l' ipotesi, *fin qui verosimile*, che assimila i raggi X ai raggi ultravioletti estremi, si può dire che i fenomeni di trasformazione dei raggi X per effetto della materia sono per i raggi X, ciò che i fenomeni di luminescenza sono per i raggi ultravioletti.

HOULLEVIGUE L. *Sulle proprietà irreversibili dei ferro-nichel* (pp. 89-94). — La proprietà che hanno gli acciai al nichel di avere ad una stessa temperatura una forma magnetica e una forma non magnetica viene spiegata dall'A. ammettendo che, quando si fa raffreddare la lega fusa, si separino delle sferette di ferro che vengono circondate da uno strato di nichel; abbassandosi la temperatura, il nichel contraendosi più del ferro produce in quest' ultimo una energica compressione, che diminuisce notevol-

Digitized by Google

mente il magnetismo del ferro. Basta allora rompere con un'azione meccanica o col raffreddamento le pareti di nichel perchè il sistema riprenda coll' aumento di volume il suo magnetismo normale.

GUILLAUME. *Osservazioni sugli acciai al nichel* (pp. 94-96). — L'A. fa molte obbiezioni alla teoria precedente di Houllevigue sugli acciai al nichel appoggiando invece quella degli equilibri chimici ossia della polimerizzazione.

LAFAY A. *Abachi relativi alla riflessione vitrea* (pp. 96-100). — Benchè i calcoli numerici che occorrono nell' applicazione delle formule di Fresnel non siano nè lunghi nè complicati, tuttavia è più comodo costruire degli abachi convenienti che possano facilitare la soluzione dei principali problemi pratici che si fondano su dette formule. L'A. indica questi abachi.

PELLAT H. *Sulla legge di Joule e la legge di Gay-Lussac* (pp. 100-101).

MACÉ DE LÉPINAY I. *Sul calcolo dei coefficienti della serie di Fourier* (pp. 137-148). — L'A. indica un modo di calcolare i coefficienti della serie di Fourier, e fa vedere che questa serie può essere impiegata con vantaggio per stabilire l'equazione empirica, in coordinate polari, d' una curva chiusa di cui si conosca un certo numero di punti.

CARVALLO E. *Sui cicli irreversibili e il teorema di Clausius* (pp. 161-165). — Il teorema di Clausius riguarda sia i cicli reversibili, sia quelli irreversibili. Il caso dei cicli reversibili è semplice e si trova chiaramente esposto in tutte le opere. Dei cicli irreversibili le opere elementari non parlano affatto e altre opere ne parlano in modo complicato o insufficiente. L' A. indica una maniera assai semplice d' introdurre la questione nei corsi elementari.

DUFOUR M. *Osservazione sulle reti di conduttori — Una proprietà del ponte di Wheatstone* (pp. 165-166). — L'A. applica le due leggi di Kirchhoff a una rete di conduttori sui quali sono distribuite in modo qualunque delle forze elettromotrici. Le formule che egli trova, applicate al ponte di Wheatstone, permettono di passare subito dal caso semplice in cui non c' è forza elettromotrice che in una diagonale del ponte al caso in cui delle forze elettromotrici sono distribuite in un modo qualunque sui differenti conduttori. M. PANDOLFI.

Zeitschrift für Physikalische Chemie.

Vol. 28, fasc. 4. 1899.

DUHEM P. *Le variazioni permanenti e la termodinamica. IV. Sopra alcune proprietà dei sistemi che dipendono da una sola variabile normale, specialmente riguardo alla rottura dei corpi elastici* (pp. 577-618). — È la quarta delle note sullo stesso argo-

Digitized by Google

mento presentate successivamente nello stesso giornale, Vol. 22, 574; 23, 193; 23, 497; è divisa in due grandi capitoli. Nel primo sono prese in esame in forma generale le proprietà in un ciclo chiuso di trasformazioni già prese in considerazione per lo zolfo nella seconda nota. Nel secondo capitolo si considera un sistema che per determinate condizioni ora può assumere uno stato naturale costante ed ora instabile. Dal confronto di questi due stati naturali scaturisce una teoria sulla variazione della forma e sulla rottura dei corpi elastici.

EULER HANS. *Intorno alle relazioni fra il potere dissociante, la costante dielettrica e lo stato molecolare dei liquidi* (pp. 619-628). — Le sostanze polimerizzate, nella maggior parte dei casi hanno una costante dielettrica elevata: e secondo il Nernst, contrariamente al Dutoit, Aston e Friederich, la conducibilità elettrica dipende assai più dalla costante dielettrica, anzichè dalla polimerizzazione. In soluzioni nitrobenzoliche (del KJ, NaJ, NaBr, e KCl) la conducibilità molecolare non aumenta con la diluizione, nelle soluzioni benzonitriliche la conducibilità molecolare invece diminuisce. Ciò dall'A. è attribuito al fatto che il sale aumenta la costante dielettrica del solvente e perciò il potere dissociante.

HULETT A. GEORGE. *Continuità nella trasformazione solido-liquida* (pp. 629-672). — Sono date le variazioni del punto di fusione e del calore di fusione col variare della pressione da 0 a 300 atmosfere.

Per il p. azoxianisolo il punto di fusione va da 118,30° a 127,95°, proporzionalmente da 1 a 300 atmosfere; per il p. azoxifenetolo il punto di fusione per lo stesso aumento di pressione va da 138,50° a 149,65°. In tutti e due i casi il calore di fusione aumenta con l'aumentare della pressione.

Per il benzolo, la p. toluidina, la canfora, da 1 a 300 atmosfere il punto di fusione varia rispettivamente da 5,25° a 13,95°; da 44,35° a 51,85°; e da 177,7 a 216,2°. In questi casi il calore di fusione diminuisce coll'aumentare della pressione.

Sono dati inoltre alcuni altri punti di fusione di sostanze organiche a 1 e a 300 atmosfere. Tammann ultimamente aveva dato delle curve di fusione di alcune sostanze fino a 3400 atm., ma i numeri non vanno d'accordo con quelli dell'autore.

KAUFFMANN HUGO. *Studi sulle vibrazioni elettriche* — Nota seconda (pp. 673-707). — Alcune sostanze presentano la proprietà di assorbire le onde elettriche; ciò non è da attribuirsi secondo il Drude alla presenza del gruppo OH, perchè molte altre sostanze che non lo contengono godono della stessa proprietà. Dall'A. è supposto che ciò dipenda invece dalle combinazioni molecolari non affatto rigide; e anzi quanto meno rigide sono queste combinazioni

Digitized by Google

tanto maggiore è il potere assorbente fino a raggiungere un massimo.

L' A. sperimenta sulla luminosità dei vapori di alcune sostanze organiche sotto l' influenza di ondulazioni del Tesla, e deduce alcune relazioni fra il potere luminoso e la costituzione dei corpi. Le sostanze aromatiche posseggono un potere luminoso assai più elevato delle sostanze della serie del metano.

BAKKER Dr. G. *Osservazioni intorno alla « Teoria termodinamica di capillarità di van der Waals »* (pp. 708-718). — È uno studio critico-riassuntivo che l'A. fa della lunga memoria del van der Waals riportata nel *Zeitsch. für physik. Chem.* 13, 657, (1894).

ŠULC O. *Azione catalitica di alcuni metalli sulle soluzioni di acido ossalico* (pp. 719-722). — L'A. constata che le soluzioni di acido ossalico in presenza di palladio, platino, o argento si decompongono abbastanza presto anche all' oscuro. Alla luce l'azione del metallo viene di molto accelerata.

COHEN ERNST. *Sulla resistenza interna degli elementi normali* (pp. 723-736). — La resistenza interna degli elementi normali Clark e Weston dipende dalla quantità e dalla posizione dei cristalli in cui sono immersi gli elettrodi. Impiegando le soluzioni sature, si ha una resistenza che è il 30 % minore di quella che si avrebbe con i cristalli; e l' aumento della resistenza per l'introduzione di questi non è affatto regolare.

Impiegando soluzioni sature con poca quantità di sostanza depolarizzatrice alla temperatura di saturazione la resistenza interna è costante ed è proporzionale alla resistenza delle soluzioni sature di solfato di zinco o cadmio.

Dott. R. SALVADORI.

Digitized by Google

INFLUENZA DELLE DEFORMAZIONI ELASTICHE SUL MOVIMENTO DI UN PENDOLO A REVERSIONE,

per EMILIO ALMANSI.

VI.

Energia di posizione.

15. L'*energia di posizione* del pendolo elastico, che si è indicata con E'_p (§ 5), possiamo considerarla come la somma di tre parti, E_p^0, E_p^1, E_p^2, che rappresentino rispettivamente l'energia di posizione del cilindro C_0 e delle due masse M_1 ed M_2. Sarà dunque:

$$E'_p = E_p^0 + E_p^1 + E_p^2.$$

Supporremo che l'energia di posizione di una massa situata sul piano orizzontale $(x_1\ y_1)$ sia nulla. Allora, indicando con V_0, V_1, V_2 i volumi del cilindro deformato e delle due masse suddette, si avrà la formula:

$$E_p^0 = -g\int_{V_0} z_1 \cdot \rho\, d\,V_0, \tag{57}$$

e formule analoghe per E_p^1 ed E_p^2.

Il prodotto $\rho\, d\,V_0$, che rappresenta la massa dell'elemento di volume $d\,V_0$, non ha variato col deformarsi del cilindro. Perciò la formula (57) potremo anche scriverla:

$$E_p^0 = -g\,\rho\int_{V_0} z_1\, d\,V_0, \tag{58}$$

intendendo che ρ rappresenti la densità, V_0 il volume del cilindro, $d\,V_0$ un suo elemento, nello stato naturale.

Si ha, x' e z' essendo le coordinate *attuali* rispetto agli assi mobili:

$$z_1 = z' \cos\theta - x' \operatorname{sen}\theta.$$

Digitized by Google

Ma $z' = z + \zeta$, $x' = x + \xi$, ove z ed x rappresentano le coordinate relative allo stato naturale. Quindi:

$$z_1 = z\cos\vartheta + \zeta\cos\vartheta - x\,\mathrm{sen}\,\vartheta - \xi\,\mathrm{sen}\,\vartheta .$$

E sostituendo nella formula (58):

$$E_p^0 = -\left\{ g\rho\cos\vartheta \int_{V_0} z\,dV_0 - g\rho\,\mathrm{sen}\,\vartheta \int_{V_0} x\,dV_0 + g\rho \int_{V_0} (\zeta\cos\vartheta - \xi\,\mathrm{sen}\,\vartheta)\,dV_0 \right\} .$$

Dei due integrali

$$\rho\int_{V_0} z\,dV_0 , \qquad \rho\int_{V_0} x\,dV_0 ,$$

il primo rappresenta il momento statico del cilindro rispetto al piano $(x\,y)$, ed è per conseguenza uguale ad $M_0 h_0$, essendo M_0 la sua massa, h_0 la distanza del baricentro da O_1, il secondo rappresenta il momento rispetto al piano $(y\,z)$, ed è per ragione di simmetria uguale a 0. Resta dunque:

$$E_p^0 = -g\,M_0\,h_0\cos\vartheta - g\rho\int_{V_0} (\zeta\cos\vartheta - \xi\,\mathrm{sen}\,\vartheta)\,dV_0 ,$$

la qual formula, ponendo

$$\rho = \frac{M_0}{V} = \frac{M_0}{\rho S} , \quad \int_{V_0} dV_0 = \int_0^l dz \int_S dS ,$$

può anche scriversi:

$$E_p^0 = -g\,M_0\,h_0\cos\vartheta - \frac{gM_0}{\rho S}\int_0^l dz \int_S (\zeta\cos\vartheta - \xi\,\mathrm{sen}\,\vartheta)\,dS .$$

Ricordiamo ora le formule (56). Si ha

$$\xi = -u\,l\,\mathrm{sen}\,\vartheta , \tag{59}$$

$$\zeta = u_1\,l\cos\vartheta + u_2\,l\,(\cos\vartheta - \cos\vartheta_0) + u_3\,r\cos\gamma\,\mathrm{sen}\,\vartheta . \tag{60}$$

Dunque, sostituendo:

$$E_p^0 = -g\,M_0\,h_0\cos\vartheta - \frac{gM_0}{S}\int_0^l dz \int_S \left\{ u_1\cos^2\vartheta + u_2(\cos\vartheta - \cos\vartheta_0) + \right.$$
$$\left. + \frac{r}{l}\,u_3\,\mathrm{sen}\,\vartheta\cos\vartheta\,.\cos\gamma + u\,\mathrm{sen}^2\vartheta \right\} dS .$$

Digitized by Google

Ma tutti gli elementi che figurano nella grande parentesi si mantengono costanti per ciascuna sezione, tranne l'angolo γ. D'altronde si ha

$$\int_S \cos\gamma \, dS = 0 , \quad \int_S dS = S .$$

Per conseguenza:

$$E_p^0 = -gM_0h_0\cos\theta - gM_0\Big\{\cos\theta\int_0^l u_1 dz + \cos^2(\cos\theta - \cos\theta_0)\int_0^l u_2\, dz + \\ + \operatorname{sen}^2\theta\int_0^l u\, dz\Big\} ;$$

o più semplicemente:

$$(61)\quad E_p^0 = -gM_0h_0\cos\vartheta - gM_0l\{U_1\cos\theta + U_2\cos^2(\cos\vartheta - \cos\theta_0) + U\operatorname{sen}^2\theta\},$$

ove le quantità U, U_1, U_2 sono costanti numeriche date dalle formule:

$$(62)\quad U = \frac{1}{l}\int_0^l u\, dz , \quad U_1 = \frac{1}{l}\int_0^l u_1\, dz , \quad U_2 = \frac{1}{l}\int_0^l u_2\, dz .$$

16. Calcoliamo ora l'energia E_p^1, relativa alla massa M_1, annessa alla base superiore del cilindro, e che abbiamo supposta indeformabile.

Durante il movimento, una sezione qualunque S del cilindro, non si conserverà parallela al piano (xy), ma formerà con esso un angolo piccolissimo, che chiameremo β. Il suo valore possiamo ricavarlo dalla formula (60), che dà lo spostamento ζ parallelo all'asse O_1z. Infatti il termine $u_3 r\cos\gamma\operatorname{sen}\vartheta$ rappresenta una rotazione della sezione intorno al diametro parallelo all'asse O_1y, $r\cos\gamma$ essendo la distanza di un suo punto da questa retta. Sarà per conseguenza

$$(63)\quad \beta = u_3\operatorname{sen}\theta$$

e in particolare per la sezione S_0, ricordando che u_3 è funzione di z:

$$(64)\quad \beta_1 = u_3(0)\operatorname{sen}\theta .$$

Digitized by Google

Il baricentro G_1 della massa M_1, quando il pendolo è allo stato naturale, si troverà, per ragione di simmetria, sulla retta O_1z. Durante il movimento, la retta O_1G_1 farà coll' asse O_1z un angolo uguale a quello che la sezione S_0 fa col piano $(x\,z)$, vale a dire β_1 (fig. 9). Ma l' asse O_1z fa colla verticale l' an-

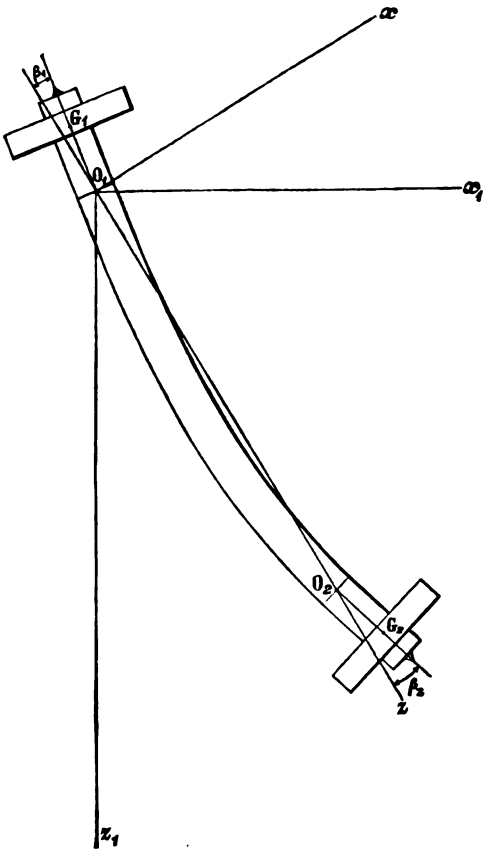


Fig. 9.

golo θ. L' angolo che la retta O_1G_1 fa colla verticale sarà dunque $\theta - \beta_1$. E poichè la distanza O_1G_1 tra il punto O_1 e il baricentro G_1 della massa M_1 si è indicata con h_1 (§ 6), il punto G_1 si troverà alla profondità $h_1 \cos(\theta - \beta_1)$ rispetto al punto O_1

Digitized by Google

vale a dire al piano orizzontale $(x_1\, y_1)$. La energia di posizione della massa M_1 sarà dunque:

$$E_p^1 = -g\, M_1\, h_1 \cos(\theta - \beta_1),$$

ovvero:

$$E_p^1 = -g\, M_1\, h_1 \{\cos\theta \cos\beta_1 + \operatorname{sen}\theta \operatorname{sen}\beta_1\},$$

e per essere l' angolo β_1 piccolissimo:

$$E_p^1 = -g\, M_1\, h_1 \{\cos\theta + \beta_1 \operatorname{sen}\theta\},$$

e per la formula (64):

$$E_p^1 = -g\, M_1\, h_1 \cos\theta - g\, M_1\, h_1\, u_3(0) \operatorname{sen}^2\theta. \tag{65}$$

17. Calcoliamo finalmente la energia di posizione della massa M_2, annessa alla base inferiore del cilindro.

Sia ζ_2 il valore dello spostamento ζ per il centro O_2 della base suddetta, che si trova sull' asse $O_1 z$ alla distanza $l + \zeta_2$ da O_1. Dalla formula (60) otterremo facendo $\cos\gamma = 0$, $z = l$:

$$\zeta_2 = u_1(l)\, l \cos\theta + u_2(l)\, l\, (\cos\theta - \cos\theta_0).$$

Abbiamo chiamata h_2 la distanza dal baricentro di M_2 da O_1, nel pendolo non deformato. Sia k_2 la sua distanza da O_2 (fig. 9). Diciamo poi β_2 l' angolo β, per $z = l$. La profondità del baricentro G_2 di M_2, rispetto ad O_1, nel pendolo deformato, sarà

$$(l + \xi_2)\cos\vartheta + k_2 \cos(\vartheta - \beta_2),$$

ossia, per essere β_2 piccolissimo:

$$(l + \zeta_2)\cos\theta + k_2 \cos\theta + k\, \beta_2 \operatorname{sen}\vartheta,$$

od anche:

$$(l + k_2)\cos\theta + \zeta_2 \cos\theta + k_2\, \beta_2 \operatorname{sen}\vartheta.$$

Ma $l + k_2$ non è altro che h_2. Di ζ_2 si è già trovata l' espressione: e in fine si ha $\beta_2 = u_3(l) \operatorname{sen}\vartheta$. La quantità che si considera potrà dunque scriversi:

$$h_2 \cos\vartheta + l u_1(l) \cos^2\vartheta + l u_2(l) \cos\vartheta (\cos\vartheta - \cos\vartheta_0) + (h_2 - l) u_3(l) \operatorname{sen}^2\theta.$$

Digitized by Google

E per conseguenza l'energia di posizione della massa M_2 sarà:

$$(66)\quad E_p^2 = -gM_2h_2\cos\vartheta - gM_2l\left\{u_1(l)\cos^2\vartheta + u_2(l)\cos\vartheta(\cos\vartheta - \cos\vartheta_0) + \right.$$
$$\left. + \left(\frac{h_2}{l} - 1\right)u_3(l)\operatorname{sen}^2\vartheta\right\}.$$

18. Le formule (61), (65) e (66) ci danno le tre quantità E_p^0, E_p^1, E_p^2. Sommando membro a membro queste tre equazioni, otterremo la quantità E'_p, vale a dire l'energia di posizione dell'intero pendolo, che resulta espressa dalla formula:

$$E'_p = -g(M_0h_0 + M_1h_1 + M_2h_2)\cos\vartheta -$$
$$-gM_0l\{U_1\cos\vartheta + U_2\cos\vartheta(\cos\vartheta - \cos\vartheta_0) + U\operatorname{sen}^2\vartheta\} -$$
$$-gM_1h_1u_3(0)\operatorname{sen}^2\vartheta -$$
$$-gM_2l\left\{u_1(l)\cos^2\vartheta + u_2(l)\cos\vartheta(\cos\vartheta - \cos\vartheta_0) + \left(\frac{h_2}{l} - 1\right)u_3(l)\operatorname{sen}^2\vartheta\right\}.$$

Il termine $-g(M_0h_0 + M_1h_1 + M_2h_2)\cos\vartheta$, che figura nel secondo membro, non è altro che l'energia di posizione del pendolo rigido, ossia E_p. Ed essendosi posto (§ 5): $E_p = E_p + \Delta E_p$, sarà evidentemente:

$$\Delta E_p = -gM_0l\{U_1\cos\vartheta + U_2\cos\vartheta(\cos\vartheta - \cos\vartheta_0) + U\operatorname{sen}^2\vartheta\} -$$
$$-gM_1lu_3(0)\operatorname{sen}^2\vartheta -$$
$$-gM_2l\left\{u_1(l)\cos^2\vartheta + u_2(l)\cos\vartheta(\cos\vartheta - \cos\vartheta_0) + \left(\frac{h_2}{l} - 1\right)u_3(l)\operatorname{sen}^2\vartheta\right\}.$$

Costruiamo ora l'espressione $[\Delta E_p]_{\vartheta_0}^{\vartheta}$, ovvero $\Delta E_p(\vartheta) - \Delta E_p(\vartheta_0)$.

In tutti i termini del secondo membro verrà a comparire il fattore $\cos\vartheta - \cos\vartheta_0$, che porremo in evidenza. In ciò che rimane potremo sostituire l'unità a $\cos\vartheta$ e $\cos\vartheta_0$, come già si è fatto per l'energia elastica. Avremo allora:

$$[\Delta E_p]_{\vartheta_0}^{\vartheta} = -g\left[M_0l\left\{U_1 + U_2 - 2U\right\} - 2M_1h_1u_3(0) + \right.$$
$$\left. + M_2l\left\{2u_1(l) + u_2(l) - 2\left(\frac{h_2}{l} - 1\right)u_3(l)\right\}\right](\cos\vartheta - \cos\vartheta_0).$$

Digitized by Google

Ponendo:

$$B_1 = 2\,U\,, \quad B_2 = 2\,\frac{M_1}{M_0}\,\frac{h_1}{l}\,u_3(0)\,, \quad B_3 = 2\,\frac{M_2}{M_0}\left(\frac{h_2}{l} - 1\right) u_3(l)$$

$$B_4 = U_1 + U_2\,, \quad B_5 = \frac{M_2}{M_0}\left\{2\,u_1(l) + u_2(l)\right\},$$

$$Q_2 = B_1 + B_2 + B_3 - B_4 - B_5\,,$$

potremo scrivere:

$$[\Delta E_{II}]_{\theta_0}^{\theta} = l\,g\,M_0\,Q_2\,(\cos\theta - \cos\theta_0)\,. \tag{67}$$

Calcoliamo le costanti B_1, B_2, ecc. Le costanti U, U_1 U_2, sono date dalle formule (62), in cui figurano le funzioni $u(z)$, $u_1(z)$, $u_2(z)$. La $u(z)$ è espressa mediante la $v(z)$ dalla formula (52). Le funzioni $r(z)$, $u_1(z)$, $u_2(z)$, $u_3(z)$ sono date dalle formule (54) e (55). Sarà quindi facile ottenere le espressioni delle costanti che vogliamo calcolare. E si trova:

$$B_1 = \frac{M_0 g}{ES}\left[\left(\frac{l}{r}\right)^3\left\{\frac{1}{90}\,\frac{l}{L} + \frac{1}{6}\,A + \frac{1}{3}\,B - \frac{1}{20}\right\} - \right.$$

$$\left. - (4 + 3\lambda)\left\{\frac{1}{12}\,\frac{l}{L} - \frac{1}{6}\right\}\right],$$

$$B_2 = \frac{h_1}{l}\,\frac{M_2 g}{ES}\left[\left(\frac{l}{r}\right)^3\left\{\frac{1}{30}\,\frac{l}{L} + \frac{2}{3}\,A + 2\,B - \frac{1}{6}\right\} - \right.$$

$$\left. - (4 + 3\lambda)\left\{\frac{1}{3}\,\frac{l}{L} - 1\right\} - 8(1 + \lambda)\,c\right],$$

$$B_3 = \left(\frac{h_2}{l} - 1\right)\frac{M_2 g}{ES}\left[\left(\frac{l}{r}\right)^3\left\{-\frac{2}{15}\,\frac{l}{L} - \frac{4}{3}\,A - 2B + \frac{1}{2}\right\} - \right.$$

$$\left. - (4 + 3\lambda)\left\{\frac{1}{3}\,\frac{l}{L} - 1\right\} - \lambda\left\{\frac{l}{L} - 2\right\} - 8(1 + \lambda)\,c\right],$$

$$B_4 = \frac{M_0 g}{ES}\left[\frac{1}{2}\,\frac{M_1}{M_0} + \frac{1}{3} + \frac{l}{L}\left\{\frac{1}{2}\,\frac{h_2}{l}\,\frac{M_2}{M_0} + \frac{5}{24}\right\}\right],$$

$$B_5 = \frac{M_2 g}{ES}\left[2\,\frac{M_2}{M_0} + 1 + \frac{l}{L}\left\{\frac{h_2}{l}\,\frac{M_2}{M_0} + \frac{1}{3}\right\}\right].$$

Note queste costanti, l'energia di posizione è determinata. Resta a determinarsi l'energia cinetica.

Digitized by Google

VII.

Energia cinetica.

19. Nella formula (9) comparisce il termine $\Delta Q\omega^2$, in cui ω rappresenta la velocità angolare del pendolo rigido. Esso può considerarsi come la differenza tra la forza viva $(Q + \Delta Q)\omega^2$ del pendolo elastico, e la forza viva $Q\omega^2$ del pendolo rigido, supponendo che nell' un caso e nell' altro la velocità angolare sia ω.

Noi supporremo appunto la velocità angolare uguale ad ω, e calcoleremo la forza viva $(Q + \Delta Q)\omega^2$ del pendolo deformato, scomponendola in tre parti, E_c^0, E_c^1, E_c^2, relative al cilindro, alla massa M_1 e alla massa M_2, analogamente a quanto è stato fatto per l' energia di posizione. Sarà allora:

$$(Q + \Delta Q)\omega^2 = E_c^0 + E_c^1 + E_c^2.$$

Ma la forza viva $Q\omega^2$ del pendolo rigido è data dalla formula:

$$Q\omega^2 = \frac{1}{2}(M_0 r_0^2 + M_1 r_1^2 + M_2 r_2^2)\omega^2 . \tag{68}$$

Sarà dunque:

$$\Delta Q\,\omega^2 = E_c^0 + E_c^1 + E_c^2 - \frac{1}{2}(M_0 r_0^2 + M_1 r_1^2 + M_2 r_2^2)\omega^2. \tag{69}$$

L' energia cinetica del cilindro si può esprimere colla formula:

$$E_c^0 = \frac{1}{2}\rho \int_{V_0} v^2\, dV_0 , \tag{70}$$

in cui v rappresenta la velocità dell' elemento dV_0. Il prodotto $\rho\, dV_0$ essendo costante (v. § 15), s' intende che ρ, V_0 e dV_0 si riferiscono allo stato naturale dal cilindro.

Calcoliamo v^2. Le coordinate di un punto del cilindro in movimento, rispetto agli assi fissi, sono x_1, y_1, z_1. Per conseguenza:

$$v^2 = \left(\frac{dx_1}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy_1}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz_1}{dt}\right)^2.$$

Digitized by Google

Le coordinate x', y', z' dello stesso punto rispetto agli assi mobili, sono legate alle x_1, y_1, z_1 dalle formule:

$$x_1 = x' \cos\theta + z' \operatorname{sen}\theta ,$$
$$y_1 = y' ,$$
$$z_1 = -x' \operatorname{sen}\theta + z' \cos\theta ,$$

dalle quali, derivando rispetto al tempo, si ricava:

$$\frac{dx_1}{dt} = \left\{ \frac{dx'}{d\theta} \cos\theta - x' \operatorname{sen}\theta + \frac{dz'}{d\theta} \operatorname{sen}\theta + z \cos\theta \right\} \frac{d\theta}{dt} ,$$
$$\frac{dy_1}{dt} = \frac{dy'}{d\theta} \frac{d\theta}{dt} ,$$
$$\frac{dz_1}{dt} = \left\{ -\frac{dx'}{d\theta} \operatorname{sen}\theta - x' \cos\theta + \frac{dz'}{d\theta} \cos\theta - z' \operatorname{sen}\theta \right\} \frac{d\theta}{dt} .$$

E sostituendo nella espressione di v^2:

$$(71) \qquad v^2 = \left\{ x'^2 + z'^2 - 2x' \frac{dz'}{d\theta} + 2z' \frac{dx'}{d\theta} + \right.$$
$$\left. + \left(\frac{dx'}{d\theta}\right)^2 + \left(\frac{dy'}{d\theta}\right)^2 + \left(\frac{dz'}{d\theta}\right) \right\} \left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 .$$

Ora si ha:

$$x' = x + \xi , \quad y' = y + \eta , \quad z' = z + \zeta ,$$

ove x, y, z sono le coordinate del punto che si considera, quando il pendolo si trova allo stato naturale. Esse sono costanti rispetto a t, e quindi a θ. Sarà per conseguenza:

$$\frac{dx'}{d\theta} = \frac{d\xi}{d\theta} , \quad \frac{dy'}{d\theta} = \frac{d\eta}{d\theta} , \quad \frac{dz'}{d\theta} = \frac{d\zeta}{d\theta} ;$$

e la formula (71) potrà scriversi:

$$v^2 = \left\{ (x+\xi)^2 + (z+\zeta)^2 - 2(x+\xi) \frac{d\zeta}{d\theta} + 2(z+\zeta) \frac{d\xi}{d\theta} + \right.$$
$$\left. + \left(\frac{d\xi}{d\theta}\right)^2 + \left(\frac{d\eta}{d\theta}\right)^2 + \left(\frac{d\zeta}{d\theta}\right)^2 \right\} \left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 .$$

Le quantità ξ, η, ζ essendo sempre piccolissime, possiamo trascurare i loro quadrati, come pure i prodotti $\xi \frac{d\zeta}{d\theta}$, $\left(\frac{d\xi}{d\theta}\right)^2$ ecc.

Digitized by Google

Poniamo inoltre ω^2 in luogo di $\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2$. Otterremo allora:

$$v^2 = \left\{x^2 + y^2 + 2x\xi + 2z\zeta - 2x\frac{d\zeta}{d\theta} + 2z\frac{d\xi}{d\theta}\right\}\omega^2.$$

Sostituiamo a v^2 queste sue espressioni nella formula (70). Avremo:

$$E_c^0 = \frac{1}{2}\rho\omega^2\int_{V_0}(x^2+y^2)\,dV_0 + \rho\omega^2\int_{V_0}\left\{x\xi + z\zeta - x\frac{d\zeta}{d\theta} + z\frac{d\xi}{d\theta}\right\}dV_0.$$

Il primo termine del secondo membro rappresenta la forza viva del cilindro rigido, vale a dire $\frac{1}{2}M_0 r_0^2\omega^2$. Nel secondo termine, considerando, al solito, lo spessore s del cilindro come infinitesimo, e chiamando r il raggio medio, potremo porre:

$$x = r\cos\gamma, \quad dV_0 = rs\,d\gamma\,dz,$$

Onde sarà:

$$E_c^0 = \frac{1}{2}M_0 r_0^2\omega^2 + rs\rho\omega^2\int_0^l dz\int_0^{2\pi}\left\{r\cos\gamma\xi + z\zeta - r\cos\gamma\frac{d\zeta}{d\theta} + z\frac{d\xi}{d\theta}\right\}d\gamma.$$

Ora sostituiamo a ξ e ζ le loro espressioni date dalle formule (56). Si ottiene:

$$E_c^0 = \frac{1}{2}M_0 r_0^2\omega^2 + rs\rho\omega^2\int_0^l dz\int_0^{2\pi}\{-r\cos\gamma\,u\,l\,\mathrm{sen}\,\theta +$$
$$+ z[u_1 l\cos\theta - u_3 l(\cos\theta - \cos\theta_0) + u_3 r\cos\gamma\,\mathrm{sen}\,\theta] -$$
$$- r\cos\gamma(-u_1 l\,\mathrm{sen}\,\theta - u_2 l\,\mathrm{sen}\,\theta + u_3 r\cos\gamma\cos\theta) -$$
$$- z\,u\,l\cos\theta\}d\gamma;$$

da cui, eseguendo le integrazioni rispetto a γ, e ponendo $2\pi rs = S$ (area della sezione):

$$E_c^0 = \frac{1}{2}M_0 r_0^2\omega^2 + \rho S\omega^2\int_0^l dz\left\{l\,z\,u_1\cos\theta + \right.$$
$$\left. + l\,z\,u_3(\cos\theta - \cos\theta_0) - \frac{1}{2}r^2 u_3\cos\theta - l\,z\,u\cos\theta\right\}.$$

Digitized by Google

Dentro la parentesi possiamo fare, come nella formula (39) per l'energia elastica: $\cos\theta = \cos\theta_0 = 1$. Otterremo allora:

$$E_c^0 = \frac{1}{2} M_0 r_0^2 \omega^2 + \rho S \omega^2 \int_0^l \left\{ l z u_1 - \frac{1}{2} r^2 u_3 - l z u \right\} dz.$$

Il prodotto $\rho l S$ è la massa del cilindro, ossia M_0. Se poniamo:

$$U' = \frac{1}{l} \int_0^l \left\{ \frac{z}{l} u - \frac{z}{l} u_1 + \frac{1}{2} \left(\frac{r}{l}\right)^2 u_3 \right\} dz, \tag{72}$$

si avrà la formula:

$$E_c^0 = \frac{1}{2} M_0 r_0^2 \omega^2 - U' M_0 l^2 \omega^2, \tag{73}$$

ove U' è una costante numerica.

20. Passiamo a calcolare la forza viva E_c^1 della massa M_1. Si è chiamato β_1 (§ 16) l'angolo che, durante il movimento del pendolo, la base superiore del cilindro, in seguito, alla deformazione del cilindro stesso, forma col piano $(x\,y)$. Quest'angolo è dato dalla formula:

$$\beta_1 = u_3(0) \operatorname{sen} \theta.$$

Esso varia da istante a istante, in modo che, mentre l'asse $O_1 z$ ruota intorno all'asse $O_1 y_1$, con velocità angolare ω, la base superiore del cilindro, e quindi la massa M_1, ad essa attaccata, ha anche la velocità angolare $\frac{d\beta_1}{dt}$, intorno allo stesso asse. La sua velocità angolare complessiva sarà dunque $\omega + \frac{d\beta_1}{dt}$ ossia $\omega - \frac{d\beta_1}{d\theta}\omega$: e la sua forza viva, essendosi chiamato r_1 il suo raggio d'inerzia rispetto all'asse $O_1 y_1$, sarà:

$$E_c^1 = \frac{1}{2} M_1 r_1^2 \left(\omega - \frac{d\beta_1}{d\theta}\omega\right)^2,$$

Digitized by Google

od anche, per essere l'angolo β_1 sempre piccolissimo:

$$E_c^1 = \frac{1}{2} M_1 r_1^2 \omega^2 - \frac{d\beta_1}{d\vartheta} M_1 r_1^2 \omega^2 ;$$

e sostituendo a β_1 il suo valore:

$$E_c^1 = \frac{1}{2} M_1 r_1^2 \omega^2 - u_3(0) M'_1 r_1^2 \omega^2 . \tag{74}$$

21. Calcoliamo per ultimo la forza viva E_c^2 della massa M_2, annessa alla base inferiore del cilindro, di cui O_2 è il centro.

Diciamo (fig. 9) G_2 il baricentro della massa M_2, I_2 il suo momento d'inerzia rispetto alla retta baricentrica $G_2 y$, parallela all'asse $O_1 y$, ω_2 la sua velocità angolare di rotazione, v_2 la velocità lineare di G_2. Sarà:

$$E_c^2 = \frac{1}{2} M_2 v_2^2 + \frac{1}{2} I_2 \omega_2^2 . \tag{75}$$

L'angolo che la retta $O_2 G_2$ forma coll'asse $O_1 z$ è quello che si è indicato con β_2 (§ 17). Quest'angolo varia durante il movimento. La velocità angolare di rotazione della massa M_2 sarà dunque la somma di ω e di $\frac{d\beta_2}{dt}$ [1]), ossia:

$$\omega_2 = \left(1 - \frac{d\beta_2}{d\vartheta}\right)\omega .$$

Calcoliamo la velocità v_2 del punto G_2. Cerchiamo da prima la sua velocità relativa agli assi $O_1 x$, $O_1 z$; poi cercheremo la sua velocità di trascinamento.

Le coordinate del punto G_2 rispetto agli assi $O_1 x$, $O_1 z$, posto $O_2 G_2 = h'_2$, e trascurando le potenze di β_2 superiori alla prima sono: $-h'_2 \beta_2$ e $l + \zeta_2 + h'_2$, ove ζ_2 rappresenta l'aumento della lunghezza primitiva $O_1 O_2$, dovuto alla deformazione del cilin-

1) L'angolo β_2 e in particolare l'angolo β_{21}, è positivo nel verso xz. Nella fig. 9 quest'ultimo avrebbe per conseguenza un valore negativo.

Digitized by Google

dro. Le componenti della velocità relativa di G_2 saranno dunque: $-h'_2 \frac{d\beta_2}{dt}$, e $\frac{d\zeta_2}{dt}$, ossia:

$$h'_2 \frac{d\beta_2}{d\theta}\omega, \quad -\frac{d\zeta_2}{d\theta}\omega.$$

La velocità di trascinamento del punto G_2, dovuta alla rotazione ω, vale $O_1G_2 \cdot \omega$, ed è normale alla retta O_1G_2. Ma, trascurando le potenze di β_2 superiore alla prima, si può ritenere $O_1G_2 = O_1O_2 + O_2G_2 = l + \zeta_2 + h'_2$. Inoltre dell'angolo $O_2O_1g_2$ che è molto piccolo di fronte a β_2 possiamo non tenerne conto. Allora la velocità di trascinamento $O_1G_2 \cdot \omega$ resulterà normale ad O_1z, e avrà per componenti rispetto ad O_1x e O_1z:

$$-(l + \zeta_2 + h'_2)\omega, \quad 0.$$

Per conseguenza le componenti della velocità assoluta v_2 di G_2 saranno:

$$-(l + \zeta_2 + h'_2)\omega + h'_2 \frac{d\beta_2}{d\theta}\omega, \quad -\frac{d\zeta_2}{d\theta}\omega.$$

Quadrando e sommando otterremo v_2^2. Il termine piccolissimo $\left(\frac{d\zeta_2}{d\theta}\right)^2 \omega^2$ possiamo però trascurarlo. E rimane:

$$v_2^2 = \left\{ l + \zeta_2 + h'_2 \left(1 - \frac{d\beta_2}{d\theta}\right) \right\}^2 \omega^2.$$

Osserviamo che $l + h'_2$ non è altro che la distanza h_2 tra il punto O_1 e il baricentro G_2 della massa M_2. Sarà dunque:

$$v_2^2 = \left(h_2 + \zeta_2 - h'_2 \frac{d\beta_2}{d\theta}\right)^2 \omega^2,$$

da cui, sviluppando il quadrato, e trascurando dei termini piccolissimi, si ricava:

$$v_2^2 = \left(h_2^2 + 2h_2\zeta_2 - 2h_2h'_2 \frac{d\beta_2}{d\theta}\right)\omega^2.$$

Questo valore di v_2^2 sostituiamolo nella formula (75). Poniamo inoltre, al posto di ω_2^2, $\left(1 - 2\frac{d\beta_2}{d\theta}\right)\omega^2$. Avremo:

$$Ec^2 = \frac{1}{2} M_2 \left(h_2^2 + 2h_2\zeta_2 - 2h_2h'_2 \frac{d\beta_2}{d\theta}\right)\omega^2 + \frac{1}{2} I_2 \left(1 - 2\frac{d\beta_2}{d\theta}\right)\omega^2;$$

Digitized by Google

od anche:

$$(76)\quad E_c^2 = \frac{1}{2}(I_2 + M_2 h_2^2)\omega^2 - \left\{\frac{d\beta_2}{d\theta}(I_2 + M_2 h_2 h'_2) - M_2 h_2 \zeta_2\right\}\omega^2.$$

Ora essendo, nel pendolo allo stato naturale, $M_2 r_2^2$ il momento d'inerzia della massa M_2, rispetto all'asse $O_1 y$, I_2 il momento d'inerzia della stessa massa rispetto alla retta parallela alla precedente, che passa per il suo baricentro G_2, ed h_2 la distanza $O_1 G_2$, sarà per una nota formula sui momenti d'inerzia

$$I_2 + M_2 h_2^2 = M_2 r_2^2;$$

ed inoltre, avendosi: $h'_2 = h_2 - l$,

$$I_2 + M_2 h_2 h'_2 = I_2 + M_2 h_2 (h_2 - l) = I_2 + M_2 h_2^2 - M_2 l h_2 = M_2 (r_2^2 - l h_2).$$

la formula (76) potrà scriversi:

$$E_c^2 = \frac{1}{2} M_2 r_2^2 \omega^2 - M_2 \left\{\frac{d\beta_2}{d\theta}(r_2^2 - l h_2) - \zeta_2 h_2\right\}\omega^2.$$

Ma per le formule (63) e (60), ponendo in esse $z = l$, sarà:

$$\frac{d\beta_2}{d\theta} = u_3(l)\cos\theta,$$

$$\zeta_2 = u_1(l)\, l\cos\theta + u_2(l)\, l\,(\cos\theta - \cos\theta_0).$$

Dunque:

$$E_c^2 = \frac{1}{2} M_2 r_2^2 \omega^2 - M_2 \left\{(r_2^2 - l h_2) u_3(l)\cos\theta - \right.$$

$$\left. - l h_2 u_1(l)\cos\theta - l h_2 u_2(l)(\cos\theta - \cos\theta_0)\right\}\omega^2.$$

E facendo al solito $\cos\theta = \cos\theta_0 = 1$:

$$(77)\quad E_c^2 = \frac{1}{2} M_2 r_2^2 \omega^2 - M_2 \left\{(r_2^2 - l h_2) u_3(l) - l h_2 u_1(l)\right\}\omega^2.$$

22. Abbiamo così le tre quantità E_c^0, E_c^1, E_c^2, date dalle tre formule (73), (74) e (77): dalle quali, sommando membro a membro, si ricava:

$$E_c^0 + E_c^1 + E_c^2 = \frac{1}{2}(M_0 r_0^2 + M_1 r_1^2 + M_2 r_2^2)\omega^2 -$$

$$- \left\{M_0 l^2 U' + M_1 r_1^2 u_3(0) + M_2 (r_2^2 - l h_2) u_3(l) - M_2 l h_2 u_1(l)\right\}\omega^2.$$

Digitized by Google

Sarà dunque, in virtù della formula (69):

$$\Delta Q\omega^2 = -\{M_0 l^2 U' + M_1 r_1^2 u_3(0) + M_2 (r_2^2 - l h_2) u_3(l) - M_2 l h_2 u_1(l)\}\omega^2.$$

Ma si è trovato (§ 6):

$$\omega^2 = \frac{z_0}{L}(\cos\theta - \cos\theta_0).$$

Se dunque poniamo:

$$Q_3 = 2\frac{l}{L}\left\{U' + \frac{M_1}{M_0}\left(\frac{r_1}{l}\right)^2 u_3(0) + \frac{M_2}{M_0}\left[\left(\frac{r_2}{l}\right)^2 - \frac{h_2}{l}\right] u_3(l) - \frac{M_2}{M_0}\frac{h_2}{l} u_1(l)\right\}$$

avremo:

$$\Delta Q \omega^2 = -l g M_0 Q_3 (\cos\theta - \cos\theta_0), \tag{78}$$

formula dello stesso tipo che le (40) e (67).

Calcoliamo la costante Q_3. Si ha (72):

$$U' = \frac{1}{l}\int_0^l \left\{\frac{z}{l} u - \frac{z}{l} u_1 + \frac{1}{2}\left(\frac{r}{l}\right)^2 u_3\right\} d z.$$

Poniamo:

$$C_1 = \frac{1}{l}\int_0^l \frac{z}{l} u\, d z, \quad C_2 = \frac{1}{l}\int_0^l \frac{z}{l} u_1\, d z,$$

$$C_3 = \frac{1}{2l}\left(\frac{r}{l}\right)^2 \int_0^l u_3\, d z.$$

Sarà allora:

$$U' = C_1 - C_2 + C_3.$$

Poniamo ancora:

$$C_4 = \frac{M_1}{M_0}\left(\frac{r_1}{l}\right)^2 u_3(0), \quad C_5 = \frac{M_2}{M_0}\left[\left(\frac{r_2}{l}\right)^2 - \frac{h_2}{l}\right] u_3(l)$$

$$C_6 = \frac{M_2}{M_0}\frac{h_2}{l} u_1(l).$$

Avremo:

$$Q_3 = 2\frac{l}{L}(C_1 - C_2 + C_3 + C_4 + C_5 - C_6).$$

Digitized by Google

Calcoliamo la C_1. Si otterrà sostituendo alla u la sua espressione, data dalla formula (52):

$$C_1 = \frac{M_0 g}{ES} \frac{1}{l} \int_0^l \frac{z}{l} \left\{ \frac{z}{l} v(l) - v(z) \right\} dz ;$$

ovvero:

$$C_1 = \frac{M_0 g}{ES} \left\{ \frac{1}{3} v(l) - \frac{1}{l^2} \int_0^l z\, v(z)\, dz \right\} .$$

Se a $v(l)$ e ad $\int_0^l z\, v(z)\, dz$ si sostituiscono le loro espressioni ricavate dalle formule (51), si otterrà:

$$C_1 = \frac{M_0 g}{ES} \left[\left(\frac{l}{r}\right)^2 \left\{ \frac{1}{315} \frac{l}{L} + \frac{2}{45} A + \frac{1}{12} B - \frac{1}{72} \right\} - \right.$$
$$\left. - (4+3\lambda) \left\{ \frac{1}{45} \frac{l}{L} - \frac{1}{24} \right\} \right] .$$

Le costanti C_2 e C_3 si ottengono espresse dalle formule:

$$C_2 = \frac{M_0 g}{ES} \left\{ \frac{5}{24} + \frac{1}{3} \frac{M_2}{M_0} \right\} ,$$

$$C_3 = \frac{M_0 g}{ES} \left[(4+3\lambda) \left\{ \frac{1}{2} - \frac{1}{12} \frac{l}{L} \right\} + \lambda \left\{ \frac{1}{4} - \frac{1}{12} \frac{l}{L} \right\} - \right.$$
$$\left. - 2(1+\lambda) C \right] \left(\frac{r}{l}\right)^2 .$$

Per avere le costanti C_4 e C_5, paragoniamo le loro espressioni a quelle delle costanti B_2 e B_3 (§ 18). Si troveranno le relazioni:

$$C_4 = \frac{1}{2} \frac{r_1^2}{l h_1} B_2 , \quad C_5 = \frac{1}{2} \frac{\left(\frac{r_2}{l}\right)^2 - \frac{h_2}{l}}{\frac{h_2}{l} - 1} B_3 .$$

Finalmente si ha:

$$C_6 = \frac{M_2 G}{ES} \left\{ \frac{M_2}{M_0} + \frac{1}{2} \right\} .$$

Digitized by Google

In tal modo anche l'energia cinetica $\Delta Q \omega^2$ resta pienamente determinata.

VIII.

Formule finali.

23. Riprendiamo la formula (9):

$$\Delta \omega^2 = \frac{-[\Delta E_c]_{\theta_0}^{\theta} - [\Delta E_p]_{\theta_0}^{\theta} - \Delta Q \omega^2}{Q}, \tag{79}$$

che dà la correzione da farsi al quadrato della velocità angolare del pendolo rigido, per ottenere il quadrato della velocità angolare del pendolo elastico.

Si è trovato [formule (40), (67) e (78)]:

$$[\Delta E_c]_{\theta_0}^{\theta} = -g\, l\, M_0\, Q_1 (\cos\theta - \cos\theta_0),$$

$$[\Delta E_p]_{\theta_0}^{\theta} = g\, l\, M_0\, Q_2 (\cos\theta - \cos\theta_0),$$

$$\Delta Q \,.\, \omega^2 = -g\, l\, M_0\, Q_3 (\cos\theta - \cos\theta_0).$$

Si avrà dunque, sostituendo nella (79):

$$\Delta \omega^2 = g\, l\, M_0 (\cos\theta - \cos\theta_0 \frac{Q_1 - Q_2 + Q_3}{Q},$$

o più semplicemente:

$$\Delta \omega^2 = 2K \frac{2g}{L} (\cos\theta - \cos\theta_0), \tag{80}$$

ove:

$$K = l\, L\, M_0 \frac{Q_1 - Q_2 + Q_3}{4Q}. \tag{81}$$

Si ha inoltre:

$$\omega^2 = \frac{2g}{L} (\cos\theta - \cos\theta_0). \tag{82}$$

Digitized by Google

Sommando membro a membro le equazioni (82) e (80) otterremo il quadrato della velocità angolare del pendolo elastico, già indicata con ω' (§ 5). E sarà:

$$\omega'^2 = (1 + 2K)\frac{2g}{L}(\cos\vartheta - \cos\vartheta_0),$$

od anche

$$\omega'^2 = \frac{2g}{L'}(\cos\vartheta - \cos\vartheta_0),$$

essendo:

$$L' = \frac{1}{1 + 2K} L,$$

ovvero, per essere la costante K una quantità piccolissima:

$$L' = (1 - 2K) L. \tag{83}$$

La velocità angolare ω' si riferisce all'asse $O_1 z$, che passa per i centri delle sezioni estreme del cilindro, e che possiamo chiamare *asse del pendolo elastico*. La formula ottenuta esprime dunque la legge che *l'asse del pendolo elastico oscilla come un pendolo semplice di lunghezza* $(1 - 2K) L$.

Vediamo come è espressa la costante K. Dalla formula (68) si ricava:

$$Q = M_0 r_0^2 + M_1 r_1^2 + M_2 r_2^2.$$

Moltiplicando membro a membro questa equazione colla (10), si ottiene:

$$\frac{Q}{L} = M_0 h_0 + M_1 h_1 + M_2 h_2.$$

Quindi si avrà, sostituendo nella (81):

$$K = \frac{1}{4} M_0 l \frac{Q_1 + Q_2 - Q_3}{M_3 h_0 + M_1 h_1 + M_2 h_2}.$$

Calcoliamo finalmente la differenza

$$\Delta T = T' - T,$$

fra la durata di un'oscillazione del pendolo elastico, e la durata di un'oscillazione del pendolo rigido.

Digitized by Google

Volendo mantenerci, per il calcolo di ΔT, nel grado di approssimazione, a cui ci siamo tenuti finora, potremo porre:

$$T' = \pi\sqrt{\frac{L'}{g}}, \qquad T = \pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

le quali formule, a rigore, valgono soltanto per oscillazioni infinitesime. Sarà dunque:

$$\Delta T = \pi\sqrt{\frac{L'}{g}} - \pi\sqrt{\frac{L}{g}},$$

od anche

$$\Delta T = \left(\sqrt{\frac{L'}{L}} - 1\right) T;$$

e sostituendo a $\frac{L'}{L}$ il suo valore ricavato dalla formula (83):

$$\Delta T = (\sqrt{1 - 2K} - 1)\, T.$$

Ma, per essere la quantità K piccolissima, in luogo di $\sqrt{1 - 2K}$, ossia $(1 - 2K)^{\frac{1}{2}}$, possiamo scrivere $1 - K$. Onde avremo

$$\Delta T = -K T,$$

Questa formula, in via d'approssimazione, potrà ritenersi valida anche per oscillazioni di una certa ampiezza. Essa risolve completamente il problema che ci eravamo proposti.

Digitized by Google

SULLA VELOCITÀ DEI RAGGI CATODICI E SULLA CONDUTTIVITÀ ELETTROLITICA DEI GAS.

Ricerche di A. BATTELLI *e* A. STEFANINI.

1. I fenomeni della scarica elettrica sono così complessi, che riesce difficile ancora il decidere, quale precisamente sia il meccanismo della scarica stessa nei gas rarefatti. La tendenza generale è veramente quella di ritenere che i gas si comportino allo stesso modo degli elettroliti; ma la ricca letteratura di questo soggetto offre numerosi esempi di fatti e di considerazioni, che contraddicono un simile concetto, e sono continue le ricerche di nuovi criteri per decidere l'importante questione.

Uno di tali criteri può essere offerto dallo studio della natura e della velocità dei raggi catodici; i quali, com'è noto, si ritengono dovuti o ad un movimento ondulatorio dell'etere, o a particelle elettrizzate scagliate dal catodo.

Ora, se in un gas rarefatto, i raggi catodici consistessero realmente in un movimento di particelle elettrizzate, sarebbe naturale di attribuire a queste medesime particelle, che sarebbero analoghe agli ioni degli elettroliti liquidi, il trasporto dell'elettricità; e la cognizione della velocità dei raggi catodici, in gas di natura diversa e a rarefazioni diverse, potrebbe fornire un giudizio per riconoscere se anche pel passaggio della scarica in un gas rarefatto vale la medesima legge di Faraday, che regola la trasmissione della corrente nei liquidi elettrolitici.

Infatti, se con m si rappresenta la carica elettrica trasportata da uno di quei proiettili catodici, e con V la caduta di potenziale cui è dovuta la scarica, l'energia di tale proiettile sarà m V; e poichè tale energia, se M è la massa ponderabile del proiettile e v la velocità che possiede, è data anche da $\frac{1}{2}$ M v^2, dovrà essere

$$m\,\mathrm{V} = \frac{1}{2}\mathrm{M}v^2.$$

Digitized by Google

Se la scarica è di natura elettrolitica il rapporto $\frac{M}{m}$ deve essere costante, qualunque sieno gli ioni (purchè della stessa valenza) e qualunque sia V. La prova di ciò si avrebbe dunque se si potesse constatare che

$$\frac{V}{v^2} = \text{costante}, \tag{1}$$

qualunque sieno le condizioni della scarica.

Da esperienze che il Kaufmann [1]) eseguì sulla deviazione dei raggi catodici in un campo magnetico, si dedurrebbe che il rapporto $\frac{M}{m}$ anzidetto non resterebbe costante al variare della natura e della rarefazione del gas adoprato; ma i dati sui quali tale deduzione si fonda non sono del tutto sicuri, e d'altra parte per la verificazione della (1) è d'importanza capitale conoscere i valori precisi della velocità v dei raggi catodici entro i tubi di scarica. Tali valori non ci sono forniti completamente nè dalle citate esperienze del Kaufmann, nè da quelle finora intraprese in proposito da altri; sia perchè in generale le misure di v sono state eseguite per una sola rarefazione e senza la indicazione del corrispondente valore di V, sia per la discordanza notevole che si riscontra fra i valori trovati dai diversi sperimentatori.

2. Una prima misura dovuta a J. J. Thomson [2]) aveva dato per tale velocità il valore di 200 $^{km}/_{sec}$. Quella misura fu eseguita determinando, con uno specchio rotante, il tempo che separa l'apparire della luminosità in due punti della parete del tubo di scarica, situati a differente distanza dal catodo. Ma siffatto metodo, come fu poi riconosciuto dal Thomson stesso [3]), è soggetto ad errori, perchè il vetro richiede un certo tempo prima di diventar fluorescente sotto il bombardamento catodico, ed è probabile che questo tempo sia tanto maggiore, quanto minore è l'intensità dei raggi, e quindi quanto più lon-

1) Wied. Ann., 61, p. 544, 1897.
2) Phil. Mag. (5), 38, p. 358, 1894.
3) Phil. Mag. (5), 44, p. 315, 1897.

Digitized by Google

tano dal catodo è il punto colpito. Nè ad eliminare completamente questa difficoltà poteva servire l'obliquità che venne data ai raggi che cadevano sul punto più vicino, affinchè la luminosità dei due punti del tubo apparisse egualmente intensa.

Un'altra misura della velocità dei raggi catodici fu fatta dal Maiorana [1]), osservando con uno specchio girante il tempo che separa gli istanti in cui si illuminano due tubetti a rarefazione, disposti paralleli e vicini fra loro, e collegati rispettivamente a due elettrodi del tubo di scarica diversamente distanti dal catodo. Egli trovò così una velocità vicina a 600 $^{km}/_{sec.}$, e cercò di spiegare la differenza fra questo suo resultato e quello del Thomson osservando che probabilmente il fascio catodico contiene raggi dotati di velocità diverse; ciò che è reso evidente dalla dispersione che essi subiscono in un campo magnetico.

Ma anche il metodo del Maiorana può dar luogo ad obiezioni, lasciando sorgere il dubbio che il tempo richiesto dai due tubetti per illuminarsi possa essere differente, a motivo della diversa intensità dei raggi che colpiscono gli elettrodi ai quali quei tubetti sono collegati. Inoltre, il fatto che spesso l'immagine dei tubetti nello specchio girante è accompagnata da code luminose, che possono giungere alla lunghezza di 7 $^{m}/_{m}$, rende molto variabile lo spostamento dei due punti luminosi, da cui si deduce poi la misura della velocità; talchè questa può anche scendere al valore di 100 km. al sec. Se pure tali differenze possano spiegarsi con la complessità anzidetta del fascio dei raggi catodici, resta tuttavia il sospetto che nemmeno il metodo di Maiorana si presti a dare resultati precisi.

3. Quantunque la differenza fra i valori trovati dal Thomson e dal Maiorana sia considerevole, pure le velocità da essi stabilite rimangono sempre del medesimo ordine di grandezza.

Invece esperienze più recenti di J. J. Thomson [2]) porterebbero ad attribuire ai raggi catodici velocità di poco inferiori a quella della luce. A quest'ultimo resultato egli giunse

1) N. Cimento, (4), 6, p. 336, 1897.
2) Phil. Mag. (5), 44, p. 293, 1897.

Digitized by Google

per via di due metodi indiretti, consistenti nell' osservare la curvatura che i raggi subiscono quando attraversano un campo magnetico o un campo elettrostatico. I valori di v trovati dal Thomson con questi due metodi variano: col primo da 10^9 a 13×10^9 cm/sec., e coll' altro da $2{,}2 \times 10^9$ a $3{,}6 \times 10^9$ cm/sec., a seconda dei gas (aria, H, CO_2), o del tubo usato.

Ed anche altre misure del Lenard [1]) del Wien [2]), e del Kaufmann [3]), eseguite con metodi analoghi a quello ultimo del Thomson, dànno pei raggi catodici velocità poco diverse da quelle della luce.

4. Le condizioni delle misure eseguite col metodo della deviazione del fascio catodico in un campo elettrostatico o magnetico, offrono per altro varie difficoltà di ottimo successo.

Ad esempio, il Thomson stesso riconosce che il modo di determinare il raggio di curvatura del fascio catodico dalla posizione della macchia fluorescente, induce degli errori, che nelle sue esperienze posson salire fino al 20 per %. È inoltre difficile che nelle medesime esperienze possa riuscire esatta la misura della carica elettrica trasportata dai raggi catodici. Se, com'è probabile, a determinare quella carica concorre soltanto una frazione, che può essere anche piccola, delle particelle elettrizzate, il valore ottenuto per v può essere maggiore assai del vero.

Nonostante questa difficoltà non ci sembra però che possa mettersi in dubbio l'ordine di grandezza, per lo meno, dei resultati ottenuti; tanto più che a valori del medesimo ordine conducono anche le misure del Wiechert [4]), che furono eseguite con mezzi affatto diversi da quelli usati dal Thomson e dagli altri.

5. Ora, se le misure dirette del Thomson e del Maiorana fossero giuste pur esse, bisognerebbe concludere che siamo in presenza di due fenomeni diversi: e si potrebbe pensare che

1) Wied. Ann. 64, p. 279, 1898.
2) Verh. d. physik Ges. zu Berlin, 1897, p. 165, e 1898, p. 10.
3) Wied. Ann. 65, p. 431, 1898.
4) Götting. Nachr. math. phys. Classe, p. 292, 1893.

Digitized by Google

in un caso misuriamo la velocità di un fenomeno ondulatorio prodotto dalla scarica al catodo, e nel secondo la velocità di particelle cariche di elettricità scagliate dal catodo, o la velocità di propagazione dell'elettricità nel gas rarefatto.

Sarebbero quindi i resultati del metodo diretto quelli che ci potrebbero dare indicazioni sul problema della conduttività elettrolitica dei gas.

6. Perciò ci proponemmo di eseguire nuove misure sulla velocità dei raggi catodici, sperimentando su gas diversi, a differenti pressioni, con un metodo diretto e tale che non offrisse più il lato ad alcuna seria obiezione.

Pensammo che un elettrometro a quadranti, di piccola capacità, unito successivamente a diversi elettrodi-sonde, disposti lungo il tubo di scarica da una medesima parte del catodo, potesse servirci da rivelatore ben adatto per determinare il momento in cui la scarica giunge a ciascuno di tali elettrodi. Infatti, se vi sarà un ritardo fra l'istante in cui l'elettrodo è colpito dalla scarica e quello in cui comincia la deviazione dell'ago dell'elettrometro, cotal ritardo potrà dipendere solamente dal tempo che occorre perchè l'ago acquisti il potenziale sufficiente a farlo muovere. Ora, poichè la capacità e la sensibilità dell'elettrometro restano costanti, l'ago comincerà ogni volta a deviare appena la scarica avrà apportato all'elettrodo, cui l'ago è riunito, una stessa quantità di elettricità. Se l'intensità del fascio catodico diminuirà colla distanza dal catodo, i diversi elettrodi richiederanno tempi diversi per ricevere la stessa quantità di elettricità, e soltanto se la carica necessaria a far deviare l'ago sarà piccolissima in confronto di quella trasportata dai raggi catodici, tali diversità di tempo potranno essere trascurabili. Il metodo da noi scelto richiede adunque di sottoporre a verificazione quest'ultima circostanza; ciò che può farsi senza difficoltà adoperando un tubo di scarica assai lungo, e studiando se la velocità dei raggi catodici, determinata con questo metodo, si mantiene o no costante lungo tutto il tubo.

Digitized by Google

7. La disposizione, che in seguito a tali considerazioni abbiamo usato, è la seguente (fig. 1):

La corrente di una batteria P di sette accumulatori è fatta passare per l'induttore di un rocchetto R e per un contatto A, portato da un micrometro che permette di spostare il contatto verticalmente. I fili dell'indotto comunicano col catodo C e con l'anodo D del tubo di scarica T. Il catodo è formato da un dischetto di alluminio di 15 mm. di diametro, l'anodo è un anello di filo di platino. Lungo il tubo, e a mezzo metro di distanza l'uno dall'altro, son posti diversi elettrodi-sonde, formati da fili di platino normali all'asse del tubo stesso. Uno di tali elettrodi comunica con uno dei pezzi di un secondo contatto B portato parimenti da un micrometro; l'altro pezzo di questo contatto è congiunto con una delle coppie di quadranti dell'elettrometro E, e la seconda coppia di quadranti è in comunicazione col suolo. Tanto l'elettrometro, quanto i fili di comunicazione, sono stati difesi accuratamente da ogni induzione, circondandoli di conduttori congiunti col suolo.

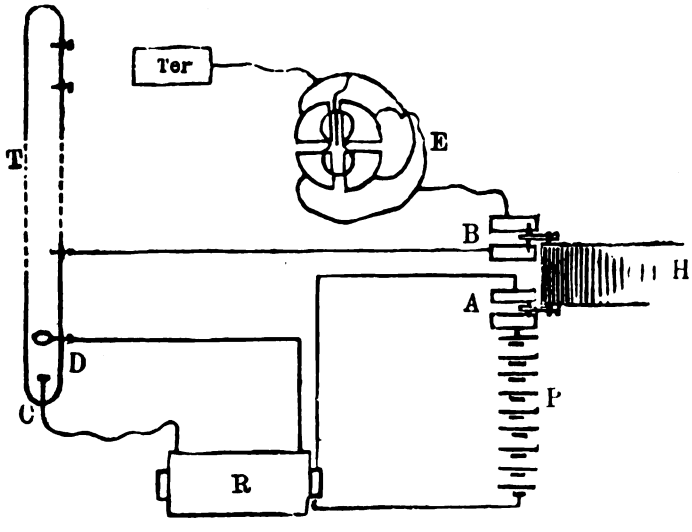


Fig. 1.

Quando s'interrompe bruscamente il contatto A si ha la scarica nel tubo, e i raggi catodici portano una carica su tutti gli elettrodi che il tubo stesso contiene; ma se interrotto il

Digitized by Google

contatto A, interromperemo poi quello B prima che i raggi catodici possano arrivare sull' elettrodo cui è riunito l' ago dell'elettrometro, questo non devierà. Cambiando per tentativi l' intervallo di tempo che separa l'apertura dei due contatti A e B, potremo determinare l'istante in cui ciascuno degli elettrodi-sonda comincia a ricevere la carica, e quindi potremo anche misurare la velocità con cui si muovono i raggi portanti la carica stessa.

Nelle nostre esperienze avevamo bisogno di misurare un intervallo piccolissimo di tempo; perchè se la velocità dei raggi catodici fosse di circa 600 $^{km}/_{sec.}$ come fu trovato dal Maiorana, ad una distanza di 1 m. fra due degli elettrodi-sonda del tubo di scarica corrisponderebbe un intervallo di $\frac{1}{600000}$ di sec. Per intervalli così piccoli non si poteva quindi ricorrere ai soliti interruttori a pendolo; perchè anche quello del Felici, che è il più preciso che noi conosciamo, può dare con sicurezza soltanto il quarantamillesimo di secondo, che corrisponde ad una distanza di $^1/_{20}$ di mm. fra i contatti che vengono successivamente aperti. Anche aumentando la sensibilità di tali interruttori, sostituendo al pendolo un peso cadente da una notevole altezza (18 m., ad es., come facemmo in alcune delle nostre esperienze preliminari), resta sempre in essi l' inconveniente della scintilla d'apertura, la cui durata può variare da una esperienza all'altra.

Come interruttore abbiamo adoperato perciò nelle presenti ricerche una ruota di 1 metro di diametro, messa in moto da una dinamo, e munita di due coltelli che rompono successivamente i due contatti. Potendo tal ruota compiere circa 25 giri al secondo, disponevamo così di una velocità periferica di circa 75 $^{m}/_{sec.}$, che ci permetteva di misurare $\frac{1}{1\,500\,000}$ di secondo, corrispondente a $^1/_{20}$ di mm. di distanza verticale fra i contatti A e B.

Alla periferia della ruota H sono fissati i due coltelli, di ebanite, uno per parte, ma ambedue col taglio su uno stesso raggio. Ciascuno di tali coltelli passa attraverso due mensolette (controdistinte nella figura con le stesse lette-

Digitized by Google

re A e B), a cavalcione delle quali si pone una lastrina di bismuto, o di una lega fragilissima di bismuto e zinco, che è tenuta fissa da apposite molle di pressione. Tali mensole sono portate da micrometri che permettono di spostarle verticalmente, e sono fissate su una tavola che, scorrendo entro due solide guide, si può avvicinare a volontà alla ruota girante.

Tenendo ferma la ruota, si portano da prima ambedue le lastrine a contatto con i coltelli; poi, lasciando ferma quella che costituisce il contatto B, si abbassa la C della quantità voluta. Si portano indietro le mensolette, si pone in moto la dinamo, e quando la ruota ha raggiunto la sua velocità costante, le si spinge bruscamente contro il pezzo che porta le mensolette. Accade talvolta che in quel moto di avvicinamento alla ruota, le lastrine incontrano la periferia dei coltelli, e in tal caso l'esperienza è fallita; ma avviene anche spesso che le lastrine arrivino in tempo opportuno al di sotto dei coltelli. È facile accorgersi se la manovra ha avuto buon esito, perchè in questo caso le lastrine si trovano rotte senza nessuno spostamento orizzontale al di sotto delle molle che le tengono a posto. Poichè la distanza che separa le due mensolette su cui poggia una lastrina è di 5 mm., e le lastrine sono fragilissime, è impossibile che esse, sotto l'urto violento che ricevono, s'inflettano prima di rompersi. Infatti, quando la esperienza riesce, il coltello porta via di netto soltanto il pezzo di lastrina, che corrisponde allo spessore dell'ebanite.

L'apertura dei contatti con la rottura di lastrine fragilissime — che hanno tutte il medesimo spessore di 1 mm. — se non elimina la scintilla d'apertura, la rende però senza influenza nociva sui resultati; perchè tale scintilla avrà, in ciascuna esperienza, la medesima durata, la quale non sarà mai maggiore del tempo, che il taglio del coltello impiega a percorrere uno spazio uguale allo spessore della lastrina.

Riteniamo che ciò costituisca un notevole vantaggio del nostro interruttore sugli altri prima d'ora adoperati.

La velocità della ruota che porta i coltelli si misura con metodo acustico, determinando, per mezzo di un risonatore emisferico-cilindrico a capacità variabile, la nota che rende una sirena di Seebeck fissata sull'asse della dinamo. In questo

Digitized by Google

modo si riconosce con tutta sicurezza il valore della nota, a meno di $^1/_{20}$ di semitono.

Il tubo di scarica T è congiunto ad una pompa a mercurio, e la pressione interna veniva misurata con la provetta di Mac Leod. Ma un'indicazione assai opportuna dello stato del gas nel tubo di scarica, si può avere anche determinando la lunghezza della scintilla d'aria equivalente. Questa misura occorre farla, peraltro, rompendo il contatto B al modo stesso di quando si misura la velocità dei raggi catodici; perchè aprendo a mano il circuito inducente del rocchetto, la scintilla equivalente è molto più corta.

La lunghezza di questa scintilla equivalente serve anche ad indicare la caduta di potenziale sotto la quale si muovono i raggi catodici.

I risultati che finora abbiamo ottenuto per la scarica nell'aria a due pressioni diverse, sono i seguenti:

Distanza fra il catodo o l'elettrodo unito all'elettrometro	Distanza fra le lastrine A e B per la quale l'elettrometro comincia a deviare	Velocità della ruota	Velocità corrispondente dei raggi catodici
a) Pressione mm. 0,005 di Hg.; caduta di potenziale V = 25000 volta.			
0,50	1	60,288 m/sec.	57969 m/sec.
1,50		60,288 »	
2,50	0,90	60,288 »	61518 »
b) Pressione mm. 0,001 di Hg.; caduta di potenziale V = 120000 volta.			
0,50	0,50	60,193 m/sec.	120576 m/sec.
1,50		60,193 »	
3,00	0,75	60,193 »	120576 »

I valori segnati nella seconda colonna sono la media di molte determinazioni, tutte ben concordanti a meno di $^1/_{10}$ di mm.

Digitized by Google

Si vede da questa tabella che la velocità dei raggi catodici dipende molto dalla pressione dominante nel tubo di scarica, e quindi dalla caduta di potenziale che li determina. Si vede inoltre che ad ambedue le pressioni studiate, cotal velocità si mantiene costante lungo tutto il tubo. Questo sta a provare che il metodo da noi seguìto è atto a fornire resultati attendibili.

Si dovrebbe adunque concludere che misurando la velocità della scarica dagli effetti diretti che producono le particelle elettrizzate che essa trasporta, si ottengono valori molto minori di quelli, che si deducono supponendo che a quelle particelle possano applicarsi le leggi della deviazione, che in un campo elettrostatico o magnetico subiscono masse in moto cariche di quantità determinate di elettricità.

8. Se le particelle che trasportano la scarica nel gas sono quelle stesse cui si devono i fenomeni luminosi, la velocità con la quale esse si muovono può esser misurata anche applicando il principio di Doppler — dello spostamento, cioè, delle righe spettrali dovute alla luce che emana dai corpi che si muovono nella direzione del raggio luminoso.

A questo proposito si conoscono già i resultati negativi dello Zahn [1]) per le scariche nei tubi di Geissler, e del Trowbridge [2]) per le scariche oscillanti fra due punte di ferro. Ma poichè la velocità della scarica varia molto con la rarefazione del gas, potrebbe darsi che alle pressioni adoperate in quelle esperienze, tale velocità fosse troppo piccola per poter essere misurata con questo metodo. Perciò credemmo opportuno di fare un tentativo anche pel caso dei raggi catodici, adoprando un reticolo di Rowland di 10 piedi di raggio di curvatura e di 14438 linee per pollice.

A tale scopo abbiamo costruito il tubo rappresentato dalla fig. 2. La parte BC è posta davanti al reticolo Rowland, in modo che una fenditura sottile sia illuminata per metà dal

1) Wied Ann., 10, pag. 246, 1880.
2) Phil. Mag., (5), 30, p. 480, 1890.

Digitized by Google

tratto BD e per l' altra metà dal tratto DE. I dischetti A e B di alluminio sono riuniti fra loro esternamente al tubo e servono da catodo; il filo C serve da anodo. Perchè le righe dello spettro apparissero più brillanti, nel circuito di scarica si metteva in derivazione col tubo un condensatore.

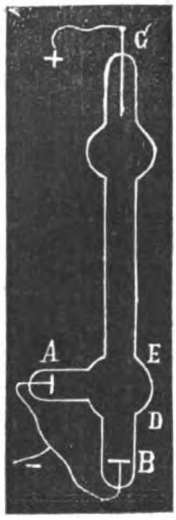


Fig. 2.

Abbiamo dato al tubo questa forma, perchè la fenditura fosse illuminata dai soli pennelli luminosi che si staccano e si protendono a poca distanza dai catodi, e non dalla luminosità diffusa che invade tutto il resto del tubo. Spingevamo la rarefazione a tal punto, da avere ben netti i raggi catodici, e assai viva la fluorescenza verde sulle pareti del tubo.

Fra le diverse righe e bande luminose dello spettro generato dal tubo [1]) abbiamo preso più specialmente di mira la riga $H_\beta = 0^\mu,486$ dell' idrogeno, che è la più brillante di tutte; essa coll' oculare di Fresnel apparisce un po' diffusa, ma da una parte ha il lato ben netto.

Quando ambedue i dischetti A e B funzionano da catodo, le due metà della riga che appariscono nel campo dell'oculare, sono in continuazione esatta l' una dell' altra; e sopprimendo la comunicazione di uno dei catodi col rocchetto d'induzione, la metà della riga che resta visibile non presenta alcuno spostamento rispetto alla porzione che era prima occupata dall' altra metà. Ugual comportamento si ha con tutte le altre righe o bande luminose che si possono osservare nello spettro del tubo.

Lo spostamento apparente di 1 mm., che avremmo potuto constatare con sicurezza nella riga osservata, avrebbe corrisposto alla velocità di circa 60 $^{km}/_{sec}$ nelle particelle luminose;

1) Nelle nostre esperienze abbiamo osservato sempre lo spettro del primo ordine, essendo bastantemente disperso e del resto essendo l' unico che mostrasse una buona luminosità.

Digitized by Google

dobbiamo perciò concludere che i fenomeni luminosi, che si presentano nel fascio catodico, non risiedono nelle particelle che trasportano la scarica.

Conclusione.

Ci siamo indotti a pubblicare questa prima parte del lungo e difficile studio intrapreso, perchè anch' essa può recare contributo al problema della conduttività dei gas rarefatti, in quanto i risultati da noi ottenuti aumentano la probabilità che nella scarica si abbia effettivamente un moto di particelle elettrizzate. Infatti, la velocità da noi trovata, poichè varia con la rarefazione del gas, ed è di un ordine di grandezza troppo inferiore a quella della luce, non può appartenere alla propagazione di un fenomeno ondulatorio nell' etere.

Abbiamo dunque la conferma di quanto supponemmo nel § 5; che, cioè, ove non si vogliano mettere in dubbio i resultati ottenuti con il metodo delle deviazioni dei raggi catodici, troviamo nella scarica la sovrapposizione di due fenomeni: l' uno di trasporto di particelle materiali elettrizzate, l' altro che ha la sua sede nell' etere, e che potrebbe consistere o in un moto ondulatorio, alla cui esistenza accennerebbero principalmente le esperienze di Jaumann [1]) sull'interferenza dei raggi catodici, o in un movimento di particelle dell' etere dotate di massa, le quali — secondo le deduzioni del Lenard [2]) —, trasporterebbero delle cariche elettriche e formerebbero i raggi catodici. Queste particelle d' etere, per altro, secondo i resultati delle nostre esperienze fatte col metodo Doppler, non sarebbero di per loro stesse luminose, ma col loro moto ecciterebbero nel fascio catodico la luminosità, che sarebbe di natura puramente ondulatoria.

A noi sembra perciò che il risultato di queste esperienze combinato cogli altri fatti finora conosciuti, portino a ritenere che la scarica nei gas sia accompagnata da importanti modificazioni chimiche, le quali molto probabilmente consistono in

1) Wied. Ann. 67, p. 741, 1899.
2) Wied. Ann. 64, p. 279, 1898.

Digitized by Google

una dissociazione delle molecole, che rende liberi gli ioni, i quali sono poi scagliati dagli elettrodi con velocità più o meno grande a seconda della rarefazione del gas e della tensione agli elettrodi [1]).

La corrente di ioni negativi darebbe origine ai raggi catodici, quella degli ioni positivi ai raggi anodici, la cui esistenza ha assunto ormai un grado di altissima probabilità.

Non ci sembra invece sostenibile con fatti sicuri l'ipotesi che nei gas, anche prima della scarica, si trovino ioni liberi. Contro di questa stanno particolarmente i resultati delle esperienze di J. Thomson e Rutherford [2]), le quali mostrano che fino a quando l'aria non è ionizzata dai raggi X, non è capace di condurre una corrente elettrica. Ad uguale conclusione portano le esperienze del Bouty [3]), il quale, studiando le variazioni di capacità che presenta un condensatore quando fra le sue armature si introduca un elettrolito liquido, trova che fino a quando il campo elettrostatico non ha superato un certo limite, un gas rarefatto è un dielettrico perfetto, e che non si può quindi parlare di ioni liberi in un gas rarefatto a una pressione qualunque e nelle condizioni normali, cioè se non sia modificato o dai raggi X o dai raggi uranici ecc.

Si può invece affermare con molta probabilità che quando la differenza di potenziale fra gli elettrodi ha raggiunto il valore necessario a produrre nello stato del gas quella tal modificazione che permette il passaggio della corrente (scarica), questa si stabilisce, e comincia la scomposizione che rende liberi gli ioni; la cui presenza nel gas — mentre la corrente lo attraversa — è necessaria per spiegare la sua luminosità e le azioni deviatrici che il fascio luminoso risente dai corpi elettrizzati.

Se il movimento di questi ioni segue anche nei gas le leggi di Faraday, è quanto speriamo che ci potranno dire le

1) Non si può ammettere che la scarica avvenga mediante particelle che si stacchino dagli elettrodi, perchè si sa che mentre i diversi metalli sono polarizzati in grado così diverso quando funzionano da catodo, il Perrin (Ann. de Chim. et de Phys. (7), 11, p. 496, 1897) trovò che la natura di questo non influisce affatto sulla deviabilità del fascio catodico.

2) Philosoph. Magaz. (5), 42, p 392, 1896.

3) Comptes rendus, 129, p. 152, 1899.

Digitized by Google

esperienze che abbiamo intraprese per misurare, col metodo sopra descritto, la velocità della scarica in vari gas, a pressioni e a differenze di potenziale diverse.

Istituto di Fisica dell'Università di Pisa
Settembre 1899.

SUL FLUSSO DI ENERGIA MECCANICA.

Lettura fatta in Como

dal Prof. VITO VOLTERRA

nella seduta del 21 Settembre 1899 della Società Fisica Italiana.

Mi permetto di tener parola in questa riunione della nostra Società di uno studio che ha formato il soggetto di alcune mie ricerche in quest'anno, cioè della propagazione e del flusso della energia meccanica.

Io prendo la libertà di intrattenere sopra esso i miei Colleghi non tanto per render loro conto del lieve contributo che ho apportato alla questione, quanto per far conoscere e divulgare la questione stessa, la quale, sebbene abbia formato l'oggetto di varii studii di più autori, pure è ben lungi dall'essere esaurita; e per le sue applicazioni, come per la sua importanza filosofica, è degna di formar l'oggetto di svariate ricerche e di profonde meditazioni: onde m'auguro che le poche parole che dirò possano eccitare altri ad occuparsi di questo argomento.

È evidentemente inutile che io ricordi qui che cosa sia il principio della conservazione dell'energia, quale il suo significato, o che io rilevi la sua enorme importanza in ogni ramo delle scienze fisiche e naturali. È pure inutile che io ricordi le difficoltà e le opposizioni che ha incontrato dapprima, e la critica sagace a cui fu sottomesso anche recentemente. Critica utile che ha rivelato la portata ed il vero significato di questo principio, il quale ha preso nella scienza il suo posto accanto a quello della conservazione della materia.

Digitized by Google

Così la materia come la energia si conservano nelle loro varie trasformazioni.

Ma al principio della conservazione dell' energia enunciato nella sua forma primitiva è venuto recentemente a sovrapporsene un altro, o per meglio dire il principio stesso è stato completato e la sua analogia col principio della conservazione della materia è divenuta in tal modo più stretta.

Tutti noi sentiamo continuamente dire che l' energia è qualche cosa che si acquista e che si distribuisce al pari delle varie sostanze. È naturale quindi che sia sorto il concetto che la energia debba essere, come la materia, localizzata in certe parti piuttostochè in certe altre dello spazio. Questo nuovo principio di cui parlo è quello che prende il nome di *principio della localizzazione dell' energia* e ad esso si associa lo studio della maniera di cambiar luogo dell' energia, ossia del muoversi di essa, o, come si dice ordinariamente, del *flusso dell' energia*, giacchè si ammette, al pari che per la materia, che la energia non possa sparire da una data regione dello spazio per apparire in un' altra senza avere attraversato delle regioni intermedie. Precisamente il trasporto della energia avviene con continuità come il moto della materia.

Così, quando la energia calorifica solare passa dal sole alla terra, essa deve attraversare le regioni intermedie e quindi deve in questo passaggio localizzarsi successivamente nello spazio interposto fra l' astro del giorno ed il nostro pianeta.

Fu nel 1884 che il fisico inglese Poynting pubblicò nelle *Phylosophical Transactions* di Londra la sua memoria sul moto dell' energia nel campo elettromagnetico. Essa segna una data memorabile, giacchè sotto una forma estremamente semplice egli espresse la legge con cui può ammettersi che l' energia elettromagnetica fluisca.

Le idee di Faraday e di Maxwell rovesciavano i vecchi concepimenti che facevano avvenire i fenomeni elettrici nei conduttori e ne trasportavano la sede nel dielettrico. Ora è nel dielettrico che, secondo la legge di Poynting, la energia fluisce in ogni punto in senso normale alla forza elettrica ed a quella magnetica.

Digitized by Google

Non starò ad approfondire questo concetto ormai ben noto ad ogni fisico; non posso però tralasciare di ricordare a questo proposito la lucida e profonda esposizione di esso e di tutte le questioni affini che formò l'oggetto di uno splendido discorso inaugurale all'Accademia dei Lincei dell' illustre e compianto nostro collega Ferraris.

Ma lo studio del flusso di energia non poteva mantenersi ristretto ai soli fenomeni elettromagnetici. Il Wien in un lavoro del maggiore interesse che venne inserito negli *Annali* di Wiedemann ha trattato la questione in maniera sistematica, seguendo il localizzarsi ed il muoversi della energia non solo nel caso di Poynting, ma in quelli della elasticità, della idrodinamica e del calore.

Un caso però era lasciato fuori; anzi ritenuto come non suscettibile di esser trattato: quello delle forze newtoniane e dei sistemi discontinui. Consideriamo, per fissare le idee, il sistema solare come sottratto ad azioni esterne. Si ha in questo caso un moto di materia consistente nel movimento degli astri che lo costituiscono i quali subiscono nel tempo stesso delle alterazioni nella loro costituzione, mentre le forze attrattive che agiscono su di essi variano in ogni istante.

Il sistema quindi considerato è discontinuo e le diverse parti hanno stato d' aggregazione diverso.

Alcuni corpi, o parti dei corpi costituenti il sistema, sono solidi, altri liquidi ed altri aeriformi. Alcuni di questi si trovano a contatto fra loro, altri possono concepirsi separati da porzioni di spazio non riempito di materia. La densità della distribuzione di materia è per conseguenza discontinua, come le velocità dei punti possono essere discontinue lungo le superficie che formano i limiti di separazione delle varie parti fra loro eterogenee del sistema. Le forze agenti sono le forze newtoniane di attrazione fra i varii elementi di materia e le forze elastiche interne.

È possibile stabilire in questo caso delle leggi atte a rappresentare come fluisce l' energia meccanica corrispondente in tutto lo spazio, ammesso che essa non si trasformi in altre energie e per conseguenza si conservi costante?

È fuor di dubbio che il caso esaminato è così fondamentale che il sapere se è possibile dare o no una risposta alla

Digitized by Google

precedente domanda è una questione che è necessario affrontare. Se alla domanda che ci siamo fatta fosse impossibile dare una risposta, ciò costituirebbe non solo una enorme lacuna, ma noi saremmo costretti a cambiare totalmente il modo di concepire l' andamento di tutti i fenomeni della natura, ossia l'intero sistema di filosofia naturale che si basa sul concetto di trasporto dell' energia dovrebbe essere abbandonato.

Ci proponiamo ora di provare come la domanda fatta sia suscettibile di una risposta affermativa e nello stesso tempo indicheremo quali sono le difficoltà che si incontrano. Mostreremo come sia possibile esprimere il flusso di energia in ogni punto mediante il potenziale, la variazione della forza newtoniana col tempo, la velocità del moto della materia e le tensioni che si esercitano in quel punto, con *elementi* cioè *relativi tutti al solo punto considerato.*

Prima ancora di attaccare il problema è necessario peraltro fare una osservazione preliminare sopra un punto che abbiamo lasciato finora da parte, sebbene si riferisca alla questione del flusso di energia esaminata in tutta la sua generalità.

È la questione di trovare il flusso di energia corrispondente ad un fenomeno naturale qualsiasi una questione determinata?

È facile riconoscere che, anche dopo ammessa una legge che localizzi l'energia, il problema è di per sè indeterminato. Infatti immaginiamo, per esempio, un flusso qualsiasi il quale non alteri in ogni luogo la quantità della materia fluente (come sarebbe il flusso di un fluido incompressibile) e riguardiamolo come un flusso di energia. Ciò premesso supponiamo di aver determinato il flusso di energia corrispondente ad un certo fenomeno.

Se lo componiamo con quello precedente, evidentemente il nuovo flusso potrà sempre farsi corrispondere allo stesso fenomeno. Vediamo dunque che, se il problema è suscettibile di esser risoluto, si avranno infinite soluzioni.

Una tale indeterminazione non deve portarci però a ritenere che la soluzione della questione sia illusoria. Una analoga indeterminazione è la sorte di tutte le interpretazioni meccaniche dei fenomeni naturali.

Digitized by Google

Un' acuta e geniale osservazione del Poincaré mostra per esempio che ogni qual volta esiste una spiegazione meccanica di una questione fisica ne sussistono pure infinite altre. Ricordiamo ancora che la soluzione giustamente famosa data dal Maxwell del problema di determinare le tensioni di un mezzo elastico capaci di spiegare le azioni elettrostatiche non è che una delle infinite soluzioni che la questione stessa comporta. Eppure la indeterminazione di quest' ultima questione, come di quelle di dare dei modelli meccanici dei fenomeni elettrici o calorifici non ha trattenuto dal cercare di risolverle, dal discuterne le soluzioni e, quello che preme di più, non impedì di ottenere delle preziose ed utili conseguenze dalle soluzioni stesse.

D' altra parte per il problema che a noi preme di esaminare possiamo osservare che esso è indeterminato, ma che è sufficiente trovare una soluzione, perchè tutte le altre possano immediatamente dedursene; riguardata sotto questo aspetto la questione assume un carattere del tutto positivo.

Sgombrata così la via da questa difficoltà di indole generale, veniamo a discutere più davvicino il nostro problema; quello cioè del flusso di energia in un sistema meccanico analogo al sistema planetario.

La energia meccanica che noi dobbiamo seguire nelle sue varie trasformazioni consta della *energia cinetica*, di quella *elastica* e della *energia potenziale* delle forze newtoniane che agiscono fra le varie parti del sistema. Il localizzare le due prime specie di energia è cosa che non presenta alcuna difficoltà, giacchè la forza viva e la energia elastica avranno sede nelle particelle mobili o deformate; ma la difficoltà nasce allorchè si deve localizzare la energia potenziale newtoniana.

Sarà sufficiente lo spazio ove si trova la materia attraente, oppure dovremo localizzarla anche esteriormente ad essa?

Possiamo senz' altro rispondere che dovremo attenerci a quest' ultima ipotesi.

È vero che in alcuni casi particolari, come per esempio in quello di due sfere invariabili che cadono l' una sull' altra in virtù della loro attrazione, si potrebbe immaginare distribuita l' energia di posizione entro le due sfere in

Digitized by Google

modo che quella contenuta entro ognuna venisse man mano a trasformarsi in energia cinetica relativa alla sfera stessa. Ma si ingannerebbe chi credesse che ciò fosse suscettibile di essere esteso al caso generale.

Basterebbe esaminare tre anzichè due sfere, per convincersi della impossibilità di distribuire la energia potenziale entro di esse dipendentemente dalle loro masse e posizioni in modo che avvenisse entro ogni sfera la trasformazione della energia potenziale in cinetica o viceversa. Infatti, se ciò fosse possibile, dovrebbe esistere una relazione generale fra la velocità di ogni sfera e la sua posizione, relazione che toglierebbe al così detto problema dei tre corpi le sue ben note difficoltà. Ora questa relazione di fatto non esiste.

Volendo dunque abbracciare il sistema più generale è necessario immaginare in tutti i casi distribuita la energia potenziale in tutto lo spazio; anche nelle parti di esso ove non si trova la materia attraente.

Una tal cosa non deve maravigliarci, e tanto meno riescirci nuova; ed infatti che la energia possa trovarsi anche ove si ritiene che la materia non esiste deve pure ammettersi nello studio della energia calorifica e di quella luminosa od elettrica.

Mi sforzerò ora di mostrare in una maniera del tutto elementare come la detta distribuzione di energia possa ottenersi.

La energia potenziale newtoniana si misura sommando tutti gli elementi di massa moltiplicati per la metà del potenziale a cui ciascuno di essi si trova, e attribuendo quindi alla somma il segno negativo.

Supponiamo ora di percorrere un tubo sottilissimo di forza nel verso di questa. Il prodotto della sua sezione per la intensità della forza unitaria (cioè agente sull' unità di massa) si mantiene costante finchè il tubo attraversa una regione esterna alle masse; ma se si attraversa una regione ove si trova materia, il detto prodotto decresce proporzionalmente alla massa attraversata, per modo che prese due sezioni vicinissime (fig. 1) ω_1 e ω_2, ove la forza è respettivamente F_1 e F_2, la differenza $F_2\omega_2 - F_1\omega_1$ è eguale a $-4\pi m$, essendo m la massa conte-

Digitized by Google

nuta fra ω_1 e ω_3. Dunque se U è il potenziale nel punto medio O, converrà fare la somma dei termini

$$\frac{F_2\,\omega_2 - F_1\,\omega_1}{4\pi}\,\frac{U}{2}$$

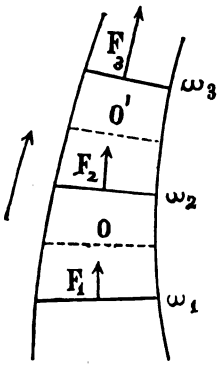


Fig. 1.

estendendola a tutti gli elementi dello spazio.

Prendiamo una sezione ω_3 che disti da ω_2 quanto questa dista da ω_1, ed in essa la forza sia F_3; avremo un nuovo termine

$$\frac{F_3\,\omega_3 - F_2\,\omega_2}{4\pi}\,\frac{U'}{2},$$

essendo U' il valore del potenziale nel punto medio O' situato fra ω_2 e ω_3.

Riunendo le due parti contenenti ω_2, otterremo il termine

$$\frac{F_2\,\omega_2}{8\pi}(U - U').$$

Ora se la distanza piccolissima O O' si chiama δ, avremo che

$$\frac{U' - U}{\delta} = F_2$$

e perciò l'espressione precedente diverrà

$$-\frac{F_2^2}{8\pi}\omega_2\,\delta.$$

Se conduciamo per O ed O' le sezioni normali al tubo di forza $\omega_2\,\delta$ ci rappresenterà il volume S compreso fra esse, e quindi il termine precedente si scriverà

$$-\frac{F_2^2}{8\pi}S. \qquad (1)$$

La somma di tutti i termini analoghi a questo ci misurerà l'energia potenziale newtoniana.

Vediamo dunque che si ha un modo di localizzare in ogni elemento dello spazio la energia newtoniana dipendentemente soltanto dalla forza che agisce in quel punto, stabilendo che ogni elemento contribuisca per una quantità eguale al proprio volume diviso per -8π e moltiplicato pel quadrato della forza stessa.

Digitized by Google

Non deve recarci sorpresa se otteniamo il resultato che la quantità con cui ogni elemento di spazio contribuisce nella energia potenziale è negativa.

Siccome noi studiamo il flusso di energia, così ciò che preme di considerare, anzichè il valore effettivo della quantità di energia è la sua variazione. La energia potenziale è d'altra parte individuata a meno di una costante addittiva arbitraria; noi potremmo dunque supporre, per esempio, aggiunta in ogni elemento una quantità costante di energia senza che perciò il flusso di essa venisse alterato. Con una conveniente aggiunta potrebbe concepirsi concentrata in ogni elemento una quantità positiva di energia.

Ci si potrebbe a questo punto proporre una questione: di vedere se a questo modo di distribuzione nello spazio della energia potenziale newtoniana fosse possibile far corrispondere un meccanismo speciale, sostituibile alle azioni a distanza, atto quindi a spiegarci le attrazioni newtoniane. Ma noi possiamo anche prescindere da qualsiasi ipotesi a questo proposito, come del resto si fa ordinariamente allorchè si studia la energia distribuita in un campo elettromagnetico. Non già che la questione non presenti un altissimo interesse, ma la sua discussione ci porterebbe troppo lontani. D'altra parte essa offre una grande difficoltà non ancora, a mia conoscenza, completamente superata.

Ciò premesso, per ottenere la legge del flusso di energia sarà necessario considerare un nuovo vettore, oltre la forza unitaria.

Sia F la detta forza agente in O (fig. 2) in un dato istante; dopo decorso un tempo piccolissimo t la forza stessa sarà cambiata in virtù del moto che hanno le varie parti del sistema e sarà divenuta F'. Il vettore $FF' = G$ ci misurerà il mutamento in grandezza e direzione ossia l'incremento subìto dalla forza durante

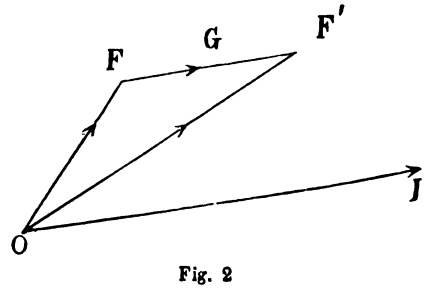


Fig. 2

Digitized by Google

il tempo t, e se dividiamo F F′ per t avremo un nuovo vettore che esprimerà *l' incremento unitario della forza* per rapporto al tempo e che potremo tirare a partire dal punto O. Noi lo indicheremo con

$$I = \frac{G}{t} \quad . \tag{2}$$

Possiamo dunque immaginare condotto per ogni punto dello spazio questo vettore I, che sarà diverso da punto a punto, e considerando delle linee aventi per tangente in ogni punto questo vettore otterremo un sistema di linee passanti per tutti i punti dello spazio analoghe alle linee di forza, che potremo chiamare le *linee di incremento di forza*, e mediante le quali potremo costruire, anzichè dei tubi di forza, dei *tubi di incremento di forza*. Evidentemente anche per questi tubi il prodotto della sezione per l' incremento unitario di forza sarà costante nelle regioni esterne alle masse, mentre in una parte dello spazio riempita di materia (vedi la fig. 4) prese due sezioni ω', ω'' di un tubo sottilissimo d'incremento di forza, la differenza dei prodotti delle due sezioni per i relativi valori dell' incremento di forza sarà eguale alla quantità di materia μ che penetra nella regione intermedia fra ω' e ω'' per unità di tempo moltiplicata per -4π, cioè

$$I_2\omega'' - I_1\omega' = -4\pi\mu \quad . \tag{3}$$

Stabilito ciò, misuriamo l' incremento subìto in un tempuscolo t dalla quantità di energia potenziale contenuta in un dato elemento di spazio. Basterà perciò che riferendoci alla formula (1) noi calcoliamo l' incremento subìto dal quadrato della forza unitaria nel tempo t. Dal triangolo O F F′ (fig. 3) segue che

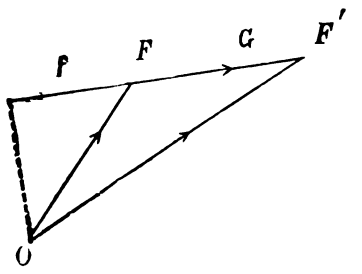


Fig. 3.

$$F'^2 - F^2 = 2FG\cos(\hat{FG}) + G^2$$

Digitized by Google

e trascurando il secondo termine, che è infinitamente piccolo rispetto al primo, avremo

$$F'^2 - F^2 = 2\,FG\cos(FG) = 2\,fG$$

chiamando f la proiezione della forza F sopra la direzione G.

Dunque l'incremento subito nel tempo t dalla quantità di energia potenziale contenuta in un elemento S di volume dello spazio sarà

$$-\frac{1}{4\pi} fG \,.\, S$$

e l'incremento unitario e_p per rapporto al tempo si otterrà dividendo per t, e quindi siccome [vedi (2)] $\frac{G}{t} = I$, resulterà

$$e_p = -\frac{1}{4\pi} fI \,.\, S\,.$$

Prendiamo per elemento S una porzione di tubo d'incremento di forza compresa fra due sezioni ortogonali ω' e ω'' situate a una distanza δ piccolissima fra loro. Il volume S sarà il prodotto della sezione media ω per δ, quindi la espressione precedente si scriverà

$$e_p = -\frac{1}{4\pi} fI\omega\delta\,.$$

Ma $f\delta$ è eguale alla differenza del potenziale U_2 in ω'', e del potenziale U_1 in ω', perciò avremo

$$e_p = \frac{1}{4\pi}(U_1 - U_2)\,I\,\omega\,. \tag{4}$$

Supponiamo ora di trovarci in una regione dello spazio esterna alle masse attraenti. Il prodotto $I\omega$ sarà costante lungo il tubo e in conseguenza potremo sostituirlo con $I_1\omega'$ o con $I_2\omega''$ essendo I_1 e I_2 i valori corrispondenti alle due sezioni e otterremo

$$e_p = \frac{1}{4\pi} U_1 I_1 \omega' - \frac{1}{4\pi} U_2 I_2 \omega''\,. \tag{5}$$

Potremo dunque immaginare che attraverso ω' entri la quantità di energia $\frac{1}{4\pi} U_1 I_1 \omega'$, e attraverso ω'' esca la quantità

Digitized by Google

$\frac{1}{4\pi} U_2 I_2 \omega''$, ossia che l'energia fluisca lungo i tubi di incremento di forza con una intensità per unità di area eguale al prodotto dell'incremento unitario di forza pel potenziale diviso per 4π.

Ora, nella regione esterna alle masse, che abbiamo esaminata, non esiste altro che la energia newtoniana. La legge dunque del flusso di energia nella regione stessa è trovata.

Evidentemente il ragionamento fatto non è più valido per una porzione dello spazio ove si trova materia. Ivi esiste, oltre l'energia potenziale, anche quella cinetica e quella elastica; ma come vedremo ora, ripetendo un ragionamento analogo a quello che abbiamo fatto, colle necessarie modificazioni, si trova che il flusso totale di energia è resultante di tre flussi uno dei quali è quello precedentemente trovato e che chiameremo il *primo flusso* e gli altri due *(secondo e terzo flusso)* avvengono respettivamente lungo le linee di moto della materia e lungo altre linee dipendenti dalle tensioni elastiche.

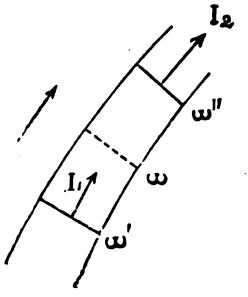


Fig. 4.

Riprendiamo perciò la formula (4); se noi consideriamo una regione ove si trova materia il prodotto $I\omega$ non si conserva più costante lungo il tubo di incremento di forza (v. fig. 4) onde la espressione (4) non potrà più assumere la forma (5); però sarà facile trovare i termini che si dovranno aggiungere al secondo membro di questa equazione affinchè essa possa sussistere. Potremo infatti scrivere

$$e_p = \frac{1}{4\pi} U_1 I_1 \omega' - \frac{1}{4\pi} U_2 I_2 \omega'' - \frac{1}{4\pi} U_1 (I_1 \omega' - I\omega) - \frac{1}{4\pi} U_2 (I\omega - I_2\omega'')$$

come si può verificare subito osservando che, dopo sviluppate le parentesi, il primo termine si elimina col terzo ed il secondo coll'ultimo.

Digitized by Google

Se nei due ultimi termini ad U_1 e U_2, sostituiamo il valore medio U del potenziale nello spazio compreso fra ω' e ω'' altereremo l'espressione precedente di quantità trascurabili, giacchè U_1 e U_2 sono moltiplicati per quantità infinitamente piccole; per conseguenza si potrà scrivere

$$e_p = \frac{1}{4\pi} U_1 I_1 \omega' - \frac{1}{4\pi} U_2 I_2 \omega'' - \frac{1}{4\pi} U [I_1 \omega' - I \omega + I \omega - I_2 \omega'']$$

ed eliminando i termini simili entro l'ultime parentesi, avremo

$$e_p = \frac{1}{4\pi} U_1 I_1 \omega' - \frac{1}{4\pi} U_2 I_2 \omega'' - \frac{1}{4\pi} U (I_1 \omega' - I_2 \omega'').$$

Ma [vedi (3)] $\frac{I_1 \omega' - I_2 \omega''}{4\pi} = \mu$, quindi

$$e_p = \frac{1}{4\pi} U_1 I_1 \omega' - \frac{1}{4\pi} U_2 I_2 \omega'' - U \mu.$$

Vale a dire

$$\frac{1}{4\pi} U_1 I_1 \omega' - \frac{1}{4\pi} U_2 I_2 \omega'' = e_p + U \mu.$$

Questa formula prova che quel flusso di energia che abbiamo chiamato il *primo flusso di energia*, allorchè attraversa una regione ove si trova la materia, non determina solo la variazione della energia potenziale in ogni elemento, ma lascia ancora un residuo che è misurato dalla quantità $U \mu$, cioè dal valore del potenziale in ogni elemento moltiplicato per l'incremento di massa relativo all'unità di tempo. Vedremo fra poco come questo residuo venga eliminato dagli altri flussi di energia.

Consideriamo ora le *linee di moto* della materia, quelle cioè che hanno in ogni punto per tangente la velocità della particella che attraversa quel punto ed immaginiamo tracciata una porzione S di un tubo sottilissimo formato con queste linee *(tubo di movimento)* compresa fra due sezioni ortogonali vicinissime σ_1 e σ_2 (fig. 5).

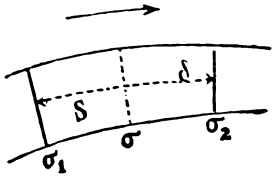


Fig. 5

L'incremento E_c che subisce in un tempuscolo t la energia cinetica della materia contenuta in S verrà data dalla forza viva della materia che penetra attraverso la sezione σ_1, diminuita di quella che esce attraverso la sezione σ_2 e finalmente dal la-

Digitized by Google

voro eseguito dalle forze che agiscono sugli elementi di materia contenuti in S.

Se chiamiamo ρ_1 e V_1 la densità e la velocità della materia in σ_1; e ρ_2 e V_2 le analoghe quantità in σ_2, la quantità di materia che penetra nel tempo t attraverso σ_1 sarà $\rho_1 V_1 t \sigma_1$. Quindi la quantità di energia cinetica che entra attraverso quest' area sarà

$$\frac{1}{2}(\rho_1 V_1 t\sigma_1) V_1^2$$

e analogamente quella che esce attraverso σ_2 sarà

$$\frac{1}{2}(\rho_2 V_2 t\sigma_2) V_2^2 .$$

Per calcolare il lavoro L_n eseguito dalle forze newtoniane agenti sull' elemento S basterà moltiplicare la massa dell' elemento ρS, indicando con ρ la densità media, per la componente ϕ della forza unitaria presa nel verso del movimento, (ossia nel verso del tubo) e pel cammino percorso nel tempo t cioè Vt, essendo V la velocità media.

Ma ϕ si misurerà col rapporto $\frac{U_2 - U_1}{\delta}$, chiamando U_2 e U_1 i valori del potenziale in σ_2 e σ_1 e δ la loro distanza; perciò il detto lavoro si scriverà

$$L_n = \rho S . \frac{U_2 - U_1}{\delta} V t .$$

Ora, se con σ denotiamo la sezione media, S sarà eguale a $\sigma\delta$ e l' espressione precedente diverrà

$$L_n = \rho\sigma (U_2 - U_1) V t .$$

A questo lavoro dovremo aggiungere quello delle forze elastiche, il quale sarà misurato dalla diminuzione $-E_e$ della energia elastica nell' elemento S e dal lavoro L_e eseguito dalle tensioni che agiscono sulla superficie che limita l' elemento stesso. Dunque il lavoro totale eseguito da tutte le forze che agiscono sugli elementi di materia contenuti in S sarà

$$L_n - E_e + L_e$$

Digitized by Google

e quindi, per ciò che abbiamo detto precedentemente, l'incremento che subisce nel tempo t la energia cinetica della materia contenuta nello spazio S si esprimerà colla formula

$$(6) \qquad E_c = \frac{1}{2}(\rho_1 V_1 t \sigma_1) V_1^2 - \frac{1}{2}(\rho_2 V_2 t \sigma_2) V_2^2 + [L_n - E_e + L_e].$$

Ora la espressione $L_n = \rho\sigma(U_2 - U_1) V t$ è suscettibile di una trasformazione analoga ad una fatta precedentemente. Possiamo infatti scriverla.

$$\rho_1\sigma_2 U_2 V_2 t - \rho_1\sigma_1 U_1 V_1 t + (\rho_1\sigma_1 V_1 t - \rho\sigma V t) U_1 + (\rho\sigma V t - \rho_2\sigma_2 V_2 t) U_2$$

e se negli ultimi due termini poniamo il valore medio U del potenziale in luogo di U_1 e U_2, alterando così l'espressione di quantità trascurabili, essa diverrà

$$(7) \qquad \rho_1\sigma_2 U_2 V_2 t - \rho_1\sigma_1 U_1 V_1 t + U(\rho_1\sigma_1 V_1 t - \rho_2\sigma_2 V_2 t).$$

Ma poco fa abbiamo detto che $\rho_1\sigma_1 V_1 t$ e $\rho_2\sigma_2 V_2 t$ rappresentano le quantità di materia che respettivamente entrano in S ed escono da questo spazio nel tempo t, attraverso σ_1 e σ_2, dunque la differenza $\rho_1\sigma_1 V_1 t - \rho_2\sigma_2 V_2 t$ misura l'incremento di massa nel tempo stesso. Se quindi μ denota l'incremento di massa relativo all'unità di tempo, la precedente differenza sarà uguale a μt, e l'espressione (7) cioè L_n potrà scriversi

$$\rho_2\sigma_2 U_2 V_2 t - \rho_1\sigma_1 U_1 V_1 t + U\mu t$$

e sostituendo nella formula (6) ad L_n questo valore, quindi raccogliendo nel secondo membro i termini che contengono σ_2 e σ_1, avremo

$$E_c + E_e - U\mu t - L_e = \sigma_1 t\left(\frac{1}{2}V_1^2 - U_1\right)V_1\rho_1 - \sigma_2 t\left(\frac{1}{2}V_2^2 - U_2\right)V_2\rho_2.$$

Dividendo per t e chiamando respettivamente e_c, e_e gli incrementi unitari (relativamente al tempo) della energia cinetica ed elastica, ossia i rapporti $\frac{E_c}{t}$, $\frac{E_e}{t}$ la formula precedente diverrà

$$e_c + e_e - U\mu - \frac{L_e}{t} = \sigma_1\left(\frac{1}{2}V_1^2 - U_1\right)V_1\rho_1 - \sigma_2\left(\frac{1}{2}V_2^2 - U_2\right)V_2\rho_2.$$

Consideriamo ora il *secondo flusso di energia*. Ammetteremo che esso percorra i *tubi di moto* con una intensità (per

Digitized by Google

unità di area) data da $\left(\frac{1}{2} V^2 - U\right) V \rho$. Evidentemente questo flusso sussisterà solo nelle regioni occupate da materia.

Il secondo membro della equazione precedente misurerà la quantità di energia che, in virtù di questo secondo flusso, entra nell' unità di tempo attraverso σ_1 diminuita di quella che esce da σ_2, onde esaminando il primo membro potremo concludere che il secondo flusso di energia attraversando una regione dello spazio determinerà non solo la somma della variazione e_c della energia cinetica e di quella e_e della energia elastica, ma oltre a ciò darà anche un residuo costituito dai due termini $-U\mu - \frac{L_e}{t}$.

Quindi se componiamo il secondo flusso di energia col primo flusso di energia e teniamo presente che questo ci lascia un residuo $U\mu$, otterremo un flusso che fornirà ad ogni elemento di spazio l' incremento della energia potenziale di quella elastica e di quella cinetica, oltre ad un residuo $-\frac{L_e}{t}$, giacchè gli altri due residui $U\mu$ e $-U\mu$ dei due flussi si elimineranno fra loro.

Resta ora a provare che anche l' ultimo residuo può eliminarsi considerando un terzo flusso di energia.

In altri termini basterà provare che il lavoro $\frac{L_e}{t}$ delle tensioni (ridotte all' unità di tempo) può considerarsi come equivalente ad un flusso di energia.

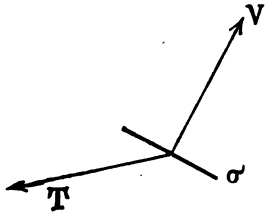


Fig. 6.

A tal fine immaginiamo condotto per ogni punto dello spazio occupato da materia un elemento di piano σ normale alla direzione della velocità V (fig. 6) e consideriamo la tensione unitaria T (ridotta cioè all' unità d' area) che si esercita sopra σ dalla parte opposta a quella secondo la quale la materia si sposta.

Supposto condotto il vettore T per ogni punto e le linee che hanno in ogni punto per tangente T, avremo un sistema

Digitized by Google

di linee analoghe alle linee di forza e di moto che si potranno chiamare le *linee di tensione*, ed in corrispondenza ad esse potremo considerare i *tubi di tensione*.

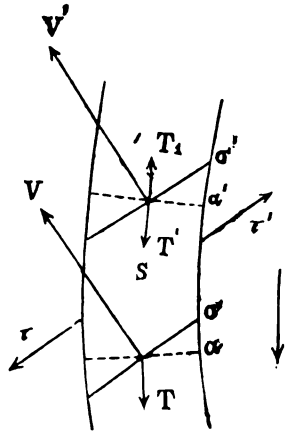


Fig. 7.

Esaminiamo una porzione infinitesima S di uno di questi tubi sottilissimi compresa fra le sezioni σ e σ' respettivamente normali alle direzioni del movimento V e V' (fig. 7).

Le tensioni T e T_1 unitarie esercitantesi sopra σ e σ' dalla parte esterna ad S avranno la direzione del tubo, quindi lateralmente le tensioni τ e τ' dovranno esercitarsi parallelamente a σ e σ' (a meno di inclinazioni trascurabili), come è indicato nella fig. 7; altrimenti se ciò non fosse (come viene rappresentato nella fig. 8), componendo le tensioni laterali si avrebbe una coppia resultante e quindi le tensioni stesse non potrebbero equilibrare la forza interna che è applicata all' elemento in virtù delle attrazioni a cui esso è soggetto.

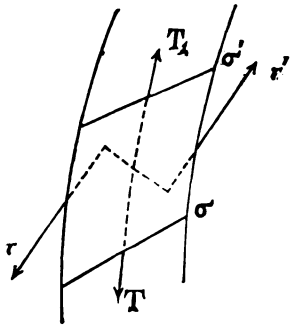


Fig. 8.

Ciò premesso, tenendo conto che la velocità del moto ha luogo normalmente alle sezioni σ e σ', si avrà che le tensioni laterali eseguiranno un lavoro trascurabile, essendo esse sensibilmente normali alla direzione del moto. Il lavoro delle tensioni si ridurrà dunque soltanto a quello eseguito dalle tensioni che si esercitano sopra σ e σ'. Queste sono respettivamente $T\sigma$ e $T_1\sigma'$; i cammini percorsi dai loro punti d' applicazione in un tempuscolo t, sono Vt e $V't$,

Digitized by Google

essendo V e V′ le velocità del moto in σ e σ'; onde il lavoro stesso nel tempo t sarà (Vedi fig. 7)

$$(T\,\sigma)\,(V\,t)\cos(\widehat{TV}) + (T_1\,\sigma')\,(V't)\cos(\widehat{T_1V'}).$$

Prendiamo il vettore T′ eguale ed opposto a T_1. Esso rappresenterà la tensione che si esercita dalla parte opposta su σ', cioè dalla parte opposta a quella secondo cui avviene il moto. La espressione precedente diverrà dunque

$$T\,\sigma\,V\,t\cos(\widehat{TV}) - T'\,\sigma'\,V'\,t\cos(\widehat{T'V'}),$$

ma le sezioni α, α' normali al filetto di tensione sono rispettivamente eguali a $-\sigma\cos(TV)$ e a $-\sigma'\cos(T'\,V')$, quindi essa si scriverà anche

$$T'\,\alpha'\,V'\,t - T\,\alpha\,V\,t$$

e riducendo questo lavoro delle tensioni all' unità di tempo otterremo

$$T'\,\alpha'\,V' - T\,\alpha\,V.$$

Immaginiamo ora un flusso di energia percorrente i tubi di tensione nel loro verso colla intensità TV per unità d' area. Sarà il *terzo flusso di energia* ed esso pure, al pari del secondo, resulterà limitato alle regioni ove si trova la materia.

In virtù di questo terzo flusso, attraverso α' entrerà per unità di tempo la quantità di energia $T'\,V'\,\alpha'$, e attraverso α ne escirà $T\,V\,\alpha$, onde, a cagione dell' ultima formula trovata, il lavoro unitario (rapporto al tempo) delle tensioni che abbiamo precedentemente rappresentato con $\frac{I_e}{t}$ equivarrà a questo terzo flusso di energia.

Se quindi lo componiamo col *primo* e col *secondo flusso di energia*, il flusso resultante produrrà la variazione della *energia newtoniana*, di quella *cinetica* e di quella *elastica*, ossia della *energia meccanica totale* in ogni elemento.

Riassumendo diremo dunque che il flusso di energia meccanica potrà considerarsi dovuto a tre flussi di energia respettivamente scorrenti lungo i tubi d' incremento di forza, i tubi di moto ed i tubi di tensione. Il primo percorre l' intero spazio gli altri due sono ristretti alle regioni occupate da materia.

Digitized by Google

In queste regioni i tre flussi non ci dànno separatamente le variazioni delle tre specie di energia, newtoniana, cinetica ed elastica; i primi due, oltre a fornirci le variazioni di queste specie di energia, lasciano dei residui, ma questi si eliminano fra loro e col terzo flusso. È in questa eliminazione che si rivela l'intima relazione fra i tre flussi, la funzione che ciascuno di essi compie e la loro ragion d'essere simultanea nelle regioni occupate da materia. Solo nella regione libera di materia, il primo flusso ci dà la variazione di energia newtoniana in ogni elemento.

I resultati ottenuti possonq enunciarsi ancora nei termini seguenti.

Il vettore che rappresenta il flusso di energia meccanica in ogni punto è resultante di tre vettori:

1°) del vettore I, cioè dell'incremento unitario di forza, moltiplicato per $\frac{U}{4\pi}$, essendo U il potenziale newtoniano;

2°) del vettore V che rappresenta la velocità del moto moltiplicato per $\rho\left(\frac{V^2}{2} - U\right)$, essendo ρ la densità della materia;

3°) del prodotto della grandezza della velocità V pel vettore T che rappresenta la tensione unitaria elastica, la quale viene esercitata sull'elemento normale alla direzione del moto dalla parte opposta a quella secondo cui la materia si sposta.

Sono queste le leggi fondamentali del flusso di energia nel caso dei sistemi soggetti a forze newtoniane.

L'applicazione delle leggi precedenti conduce a varî resultati che presentano una singolare curiosità ed in certi casi hanno un carattere suggestivo evidente.

Così, se ci poniamo a calcolare la quantità totale di energia che in un dato istante penetra attraverso una superficie di livello esterna alle masse, si trova che essa è nulla, ossia che la quantità di energia che vi entra in ogni istante è eguale a quella che ne esce.

Per dimostrare questa proposizione, basterà osservare che, essendo costante il potenziale sopra una superficie di livello, la quantità di energia che vi penetra durante un tempo brevis-

Digitized by Google

simo t si otterrà, in virtù delle precedenti leggi, moltiplicando il valore costante del potenziale per $\frac{t}{4\pi}$ e pel flusso totale di incremento di forza esteso a tutta la superficie di livello. Ma il prodotto di $\frac{t}{4\pi}$ per questo flusso di incremento di forza equivale alla variazione subìta durante il tempo t dal rapporto che si ottiene dividendo il flusso totale di forza esteso a tutta la superficie per 4π. Ora questo rapporto non cambia nel tempo t, perchè esso misura la quantità di materia contenuta nell' interno della superficie di livello, e questa quantità di materia si mantiene invariata durante l' intervallo di tempo considerato, essendo per ipotesi la superficie di livello esterna alle masse. Resta dunque provato che la quantità totale di energia penetrata entro la superficie in un tempo brevissimo è nulla.

Possiamo esaminare il caso che i corpi attraentisi siano sferici e si conservino approssimativamente invariati durante tutto il movimento.

È un caso importante, perchè si approssima molto a quello dei corpi celesti.

Per avere il flusso di energia bisogna calcolare l' incremento della forza in ogni punto dello spazio. Sia A (fig. 9) una sfera che durante l' intervallo brevissimo di tempo t è giunta in A'. L' attrazione di A equivarrà a quella dell'intera massa M della sfera concentrata nel centro O e quella di A' all' attrazione della stessa massa concentrata in O', onde l' incremento di forza, ossia la differenza fra le due attrazioni, equivarrà alla forza d'attrazione che eserciterebbe la massa M in O' e la massa — M in O.

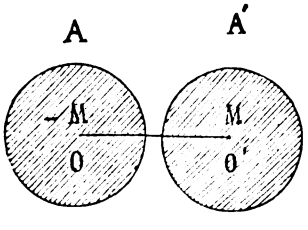


Fig. 9.

Ora l' azione di queste due masse M e — M equivale evidentemente a quella di un elemento magnetico avente la direzione O'O e di momento proporzionale ad M ed allo spo-

Digitized by Google

stamento (e quindi alla velocità della sfera) sopra l' unità di magnetismo. Perciò possiamo concludere che se più corpi sferici liberi si muovono sotto l'azione delle loro mutue attrazioni newtoniane, le linee di flusso dell' energia meccanica nello spazio esterno alle masse attraenti coincideranno colle linee di forza magnetiche che si otterrebbero situando al centro d' ogni sfera un elemento magnetico il cui momento fosse eguale e contrario alla quantità di moto d' ogni sfera.

Nel caso di due sfere che cadono l' una sull' altra in virtù della loro mutua attrazione riesce molto facile il farsi un' idea di queste linee di flusso dell' energia. Infatti sia S la prima sfera ed S′ l' altra; se immaginiamo nel centro O di S un elemento magnetico il cui asse abbia la direzione O'O, potremo facilmente disegnare le corrispondenti linee di forza situate in un piano passante per OO′ (fig. 10). Ora noi dob-

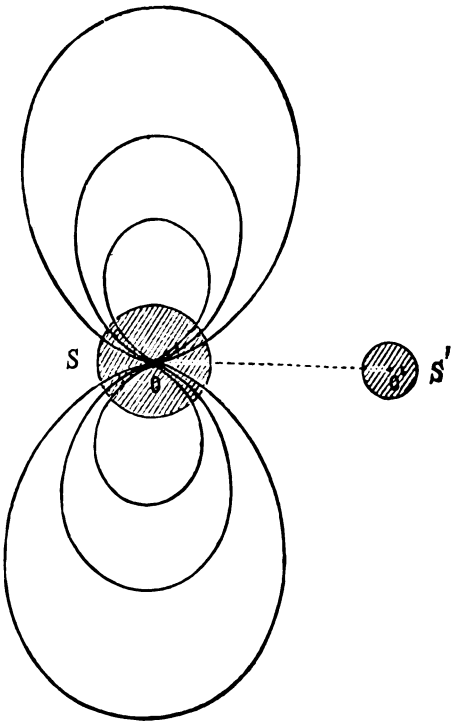


Fig. 10.

Digitized by Google

biamo supporre che anche nel centro O′ dell' altra sfera esista un elemento magnetico simmetricamente disposto ed eguale, giacchè le quantità di moto delle due sfere debbono essere eguali fra loro.

I sistemi di linee di forza che si avrebbero se ciascun elemento magnetico esistesse da solo si perturberanno vicendevolmente in virtù della loro coesistenza, nel senso che le linee saranno deformate come se venissero spinte verso il difuori da azioni esercitantesi nella regione intermedia alle due sfere, onde la forma delle linee stesse resulterà come è indicato nella seguente figura 11.

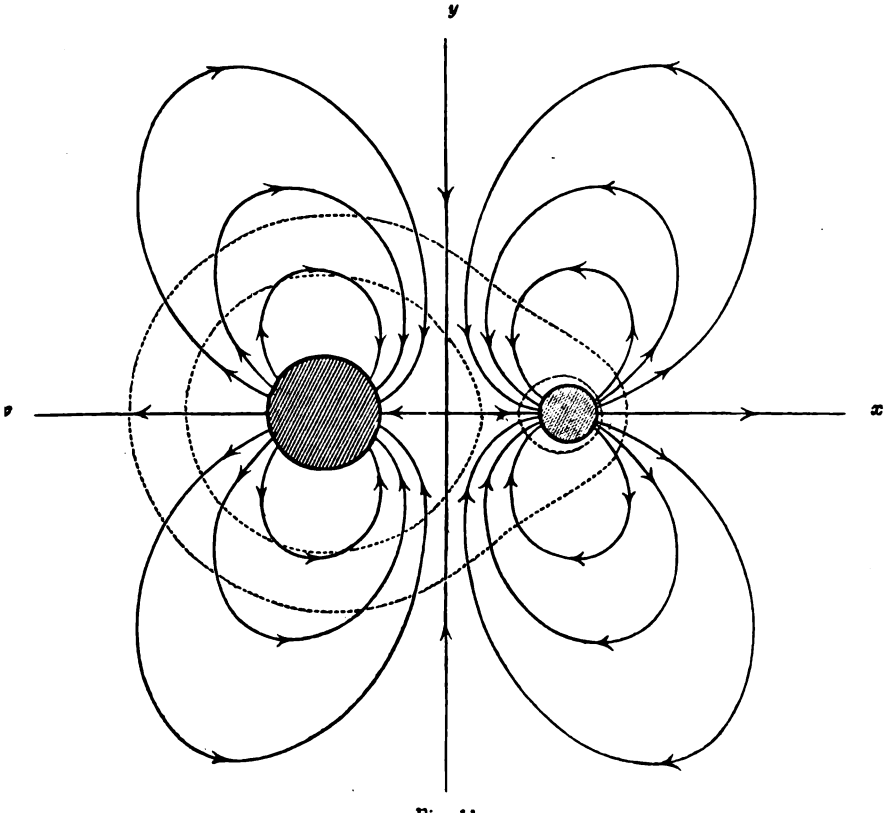


Fig. 11.

La figura rappresenta le sezioni delle due sfere di masse 1 e 8 con un piano passante pei centri. Le linee continue munite di freccie rappresentano le linee ed il verso secondo cui fluisce l'energia. — Le linee tratteggiate rappresentano profili di superficie di livello, attraverso le quali la quantità di energia che entra è eguale a quella che esce.

Digitized by Google

La simmetria sarà mantenuta rapporto ai due assi x e y anche se le masse delle due sfere saranno disuguali fra loro.

Queste linee corrispondono, come abbiamo veduto, alle linee d' incremento delle forze newtoniane, e perciò rappresentano le linee di flusso dell' energia.

Il caso del moto così detto non perturbato, allorchè l' eccentricità delle orbite è trascurabile, ossia il caso di due corpi che si attirano colla legge di Newton, girando l' uno attorno all' altro secondo traiettorie circolari, conduce pure a dei resultati semplici, giacchè approssimativamente il flusso di energia può ottenersi in ogni punto, sufficientemente lontano dai due corpi, componendo un vettore ruotante in un piano parallelo al piano invariabile con due vettori ruotanti in senso inverso in un piano normale, essendo la velocità di rotazione di ciascuno doppia di quella con cui l' un corpo gira attorno all' altro (vedi la fig. 12).

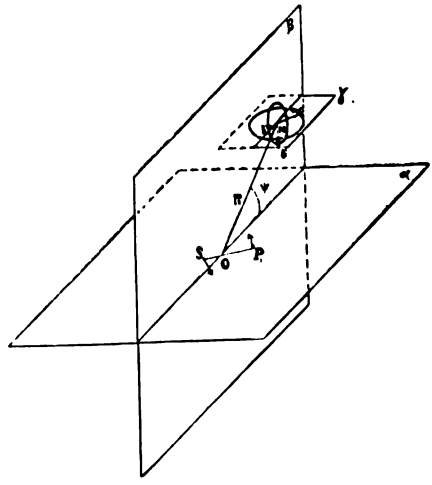


Fig. 12.

l' ed S sono i due corpi che ruotano l' uno attorno all' altro nel piano invariabile α; O il loro baricentro. Il flusso di energia in M è resultante dei tre vettori Mc, Mb, Mb'; il primo dei quali ruota nel piano γ parallelo al piano invariabile e gli altri due ruotano in senso inverso nel piano β condotto per MO normalmente al piano invariabile. $Mb = Mb' = \frac{3}{4} Mc \cos\psi$ e Mc è in ragione inversa della quinta potenza di MO e proporzionale al $\cos\psi$.

Digitized by Google

Ma è inutile il moltiplicare gliesempii: bastano quelli che vennero esposti per dare un' idea delle applicazioni delle leggi trovate.

Dirò solo che molte e molte questioni si affollano ed aspettano una risposta. Ed esse si presentano tanto spontaneamente che è quasi superfluo l' indicarle. I resultati ottenuti non costituiscono, io credo, che un primo passo in una lunga via da percorrere.

Non l' esame dei soli fenomeni meccanici o degli elettrici o calorifici, ciascuno dei quali considerato distintamente, deve costituire lo studio definitivo del problema del flusso di energia; bensì un esame complessivo dei varii fenomeni che in natura non avvengono separatamente, ma in un medesimo tempo, onde resulti come concetto che tutti li domina ed abbraccia, quello di un flusso di energia percorrente lo spazio infinito e penetrante ogni più intima molecola il quale ne colleghi l' andamento, e togliendo le apparenti discontinuità, stabilisca un nesso nella infinita molteplicità delle apparenze loro.

Digitized by Google

SULLA PRODUZIONE DELL' OZONO PER VIA ELETTROLITICA.

Nota dell' Ing. GINO TARGETTI.

Eseguendo alcune esperienze sulla produzione dell' ozono per via elettrolitica ho trovato dei risultati che si differenziano abbastanza che quelli conosciuti: mi è parso quindi non del tutto inutile il renderli noti.

Una prima serie di esperienze ebbe per scopo di determinare in modo rapido, le probabili migliori condizioni nelle quali le decomposizioni di soluzioni acide, mediante la corrente elettrica, dava la massima quantità di ozono.

Queste determinazioni preliminari le eseguii mediante sole misure di confronto ritenendo che i tempi necessari alla decolorazione di eguali quantità di soluzioni di acido solforico colorato con indaco, poste in diversi voltametri, che differivano solo in quell' elemento di cui volevo studiare l' influenza, fossero inversamente proporzionali alle quantità d' ozono svolte.

Cominciai collo studiare l' influenza esercitata dalla natura dell' anodo.

Il Schoenbein [1]) aveva soltanto notato che si aveva produzione d' ozono quando l' anodo era costituito da metalli rari: rimaneva quindi da verificare come si comportavano i metalli e le leghe più comuni usati come anodi. Disponendo in serie diversi voltametri che differivano solo per la natura dell'anodo verificai che la decolorazione della soluzione di acido solforico ed indaco si aveva solo in quelli ad anodi di piombo e di platino e che nel voltametro ad anodo di piombo avveniva in un tempo circa metà che non in quello ad anodo di platino.

Tale risultato lo attribuì al fatto che lo strato d' ossido che subito si formava sull' anodo di piombo oltre ad essere meno del platino intaccato dall' ozono, impediva l' attacco di successivi strati di piombo.

1) Sulla produzione dell' ozono per via chimica.

Digitized by Google

Di quest' ultima ipotesi ebbi la conferma dal fatto, che la sostituzione di un anodo costituito da biossido di piombo, a quello di piombo non portava una diminuzione nel tempo necessario ad ottenere la decolorazione del liquido.

Passai quindi a studiare l' influenza della densità di corrente all' anodo.

Il Jamin [1]) aveva notato che aumentava la quantità di ossigeno col diminuire della grandezza dell' anodo; l' Houzeau [2]) che la quantità di ozono aumentava colla densità di corrente: mediante 5 voltametri posti in serie nei quali l' anodo variava da una lastra di piombo di 5×4 cm. a 2 cm. di un filo di piombo di 0,5 mm. di diametro verificai che le quantità d'ozono svolte erano proporzionali alla densità di corrente all' anodo.

Siccome pertanto l' aumento di densità di corrente portava un aumento nella resistenza e quindi un aumento nella differenza di potenziale ai capi del voltametro, e siccome cercavo le condizioni migliori riferite all' energia spesa, bisognava determinare come stavano fra loro, essendo tutte le altre condizioni costanti, i rapporti fra le quantità d' ozono ottenute, variando la densità di corrente all' anodo, e le differenze di potenziale, che a queste densità corrispondevano.

Coi 5 voltametri dell' esperienza precedente eseguii 4 esperienze notando i tempi T necessari alla decolorazione del liquido dei vari voltametri e le differenze di potenziale P ai morsetti dei medesimi. I risultati sono riuniti nella seguente tabella.

	1ª Esperienza.	*2ª Esperienza.*
P	110, 92, 90, 87, 84	118, 98, 90, 87, 81
T	45, 60, 70, 90, 95	40, 60, 65, 72, 78
	3ª Esperienza.	*4ª Esperienza.*
P	110, 100, 95, 85, 80	122, 100, 86, 82, 75
T	105, 150, 155, 190, 195	65, 85, 92, 95, 110

N.B. I valori di T sono in secondi, quelli di P sono le indicazioni dirette di un millivoltometro in serie col quale avevo posto una resistenza conveniente.

1) Comptes rendus, vol. 38, pag. 391.
2) Comptes rendus, vol. 43, pag. 34.

Digitized by Google

Siccome ritenevo i valori di T inversamente proporzionali alle quantità di ozono svolte, per determinare quale dei rapporti fra la quantità d' ozono svolta e la P corrispondente fosse il maggiore bisognava determinassi quale dei prodotti PT fosse il minore. Feci questa determinazione servendomi di un metodo grafico riducendo cioè questi prodotti ad una certa base *b* ed osservando, per ogni esperienza, l' andamento degli estremi delle ordinate corrispondenti ai vari valori di P: i quattro diagrammi (Vedi Tav. I) mostrano come alla tensione massima corrisponda un'ordinata più piccola cioè il prodotto P T minimo. Rimaneva così verificato che le quantità di ozono per un'unità di energia spesa, crescevano colla densità di corrente all' anodo.

Circa la concentrazione più conveniente per la soluzione acida l' esperienze dell' Houzeau [1]) portavano a ritenere che la quantità d' ozono aumentasse colla concentrazione, mentre l' Hoffmann [2]) indicava per soluzione più conveniente quella di 5 parti d' acqua ed 1 di acido. Sei esperienze eseguite con 8 voltametri in serie e contenenti soluzioni da 5 a 40° Bè mi indicarono come soluzione più conveniente quella a 22° Bè.

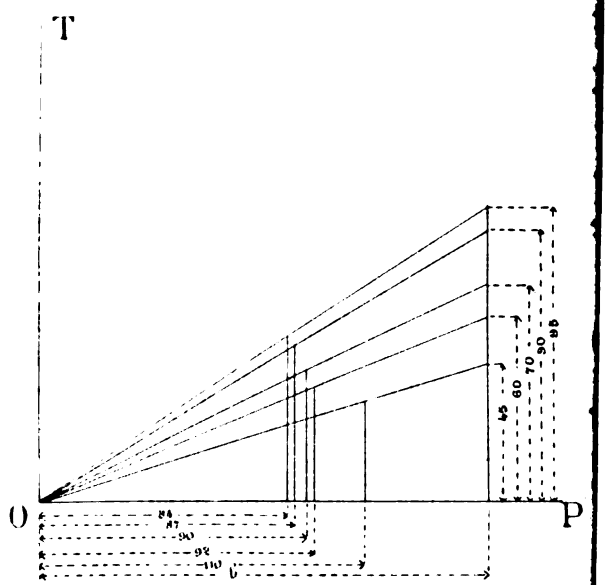
Circa l' influenza della temperatura, tanto il Schoenbein [3]) che l' Houzeau [4]) ed il Sorret [5]) avevano notato che la quantità d' ozono aumentava col diminuire la temperatura: con 4 voltametri posti in serie e mantenuti rispettivamente a + 60°; + 35°; + 20 e — 7, verificai che nel 1° la soluzione non veniva decolorata, per gli altri i tempi necessari alla decolorazione stavano come 3,5 a 2,5 ad 1,6. Per questa esperienza non era pertanto da ritenersi come esatta l' ipotesi che le quantità d' ozono svolte fossero inversamente proporzionali ai tempi necessari a decolorare il liquido del voltametro, giacchè il raffreddamento favoriva la conservazione dell' acqua ossigenata che si produceva, secondo l' Houzeau [6]), pel contatto

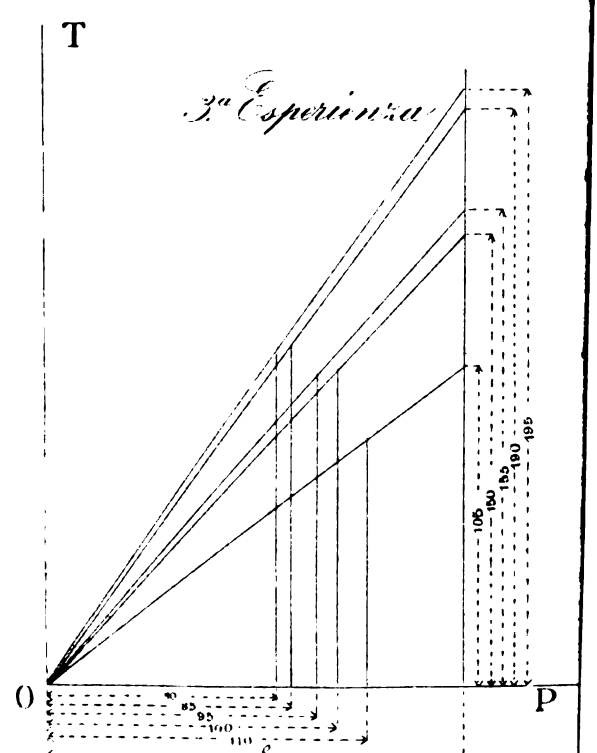
1) Comptes rendus, vol. 43, pag. 34.
2) Annalen Poggendorf, vol. 132, pag. 607.
3) Sulla produzione dell' ozono per via chimica.
4) Comptes rendus, vol. 43, pag. 34.
5) Comptes rendus, vol. 38, pag. 443.
6) Comptes rendus, vol. 75.

Digitized by Google

A. Targetti

1.ª Esperienza





Digitized by Google

Siccome ritenevo i valori di T inversamente proporzionali alle quantità di ozono svolte, per determinare quale dei rapporti fra la quantità d' ozono svolta e la P corrispondente fosse il maggiore bisognava determinassi quale dei prodotti PT fosse il minore. Feci questa determinazione servendomi di un metodo grafico riducendo cioè questi prodotti ad una certa base *b* ed osservando, per ogni esperienza, l' andamento degli estremi delle ordinate corrispondenti ai vari valori di P: i quattro diagrammi (Vedi Tav. I) mostrano come alla tensione massima corrisponda un'ordinata più piccola cioè il prodotto P T minimo. Rimaneva così verificato che le quantità di ozono per un'unità di energia spesa, crescevano colla densità di corrente all' anodo.

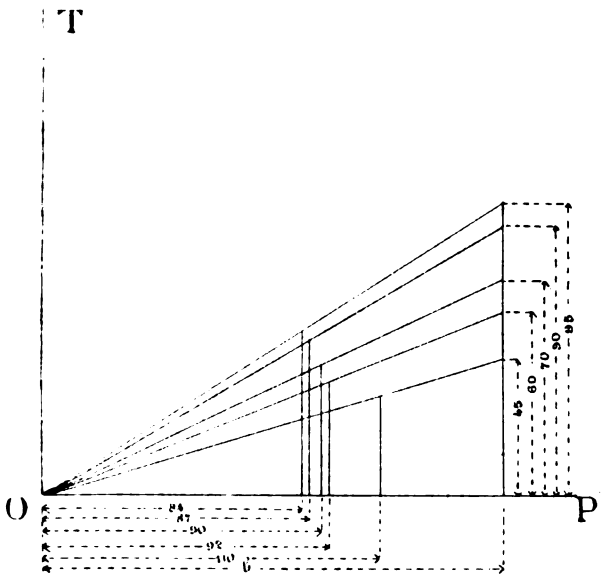
Circa la concentrazione più conveniente per la soluzione acida l' esperienze dell' Houzeau [1]) portavano a ritenere che la quantità d' ozono aumentasse colla concentrazione, mentre l' Hoffmann [2]) indicava per soluzione più conveniente quella di 5 parti d' acqua ed 1 di acido. Sei esperienze eseguite con 8 voltametri in serie e contenenti soluzioni da 5 a 40° Bè mi indicarono come soluzione più conveniente quella a 22° Bè.

Circa l' influenza della temperatura, tanto il Schoenbein [3]) che l' Houzeau [4]) ed il Sorret [5]) avevano notato che la quantità d' ozono aumentava col diminuire la temperatura: con 4 voltametri posti in serie e mantenuti rispettivamente a + 60°; + 35°; + 20 e — 7, verificai che nel 1° la soluzione non veniva decolorata, per gli altri i tempi necessari alla decolorazione stavano come 3,5 a 2,5 ad 1,6. Per questa esperienza non era pertanto da ritenersi come esatta l' ipotesi che le quantità d' ozono svolte fossero inversamente proporzionali ai tempi necessari a decolorare il liquido del voltametro, giacchè il raffreddamento favoriva la conservazione dell' acqua ossigenata che si produceva, secondo l' Houzeau [6]), pel contatto

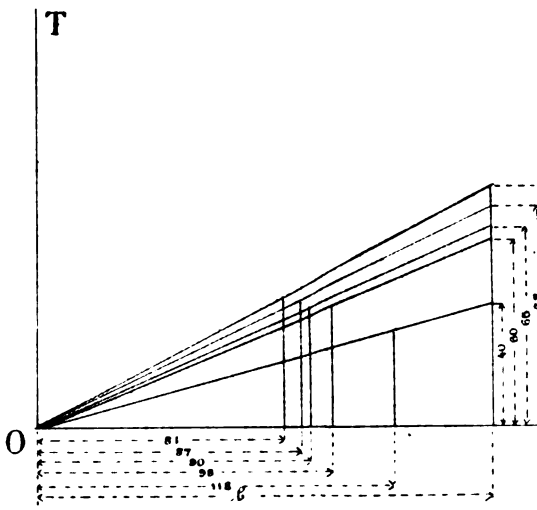
1) Comptes rendus, vol. 43, pag. 34.
2) Annalen Poggendorf, vol. 132, pag. 607.
3) Sulla produzione dell' ozono per via chimica.
4) Comptes rendus, vol. 43, pag. 34.
5) Comptes rendus, vol. 38, pag. 443.
6) Comptes rendus, vol. 75.

Digitized by Google

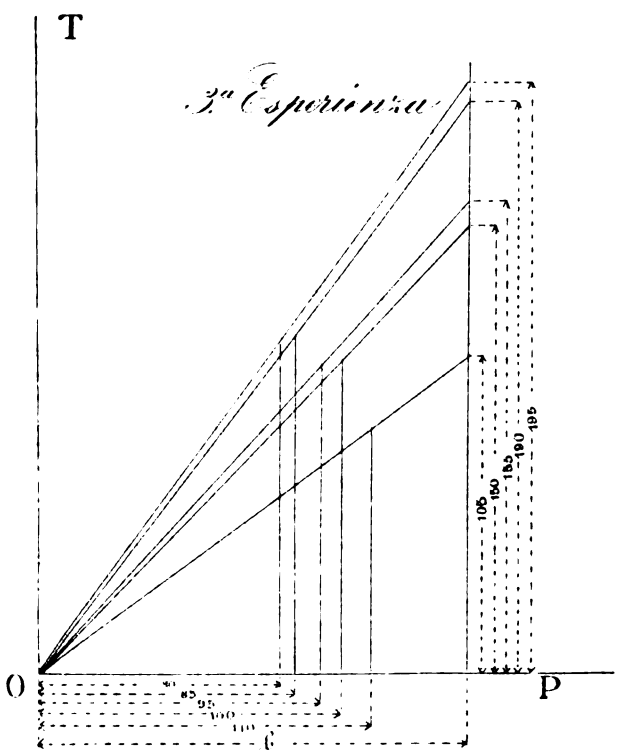
1.ª Esperienza



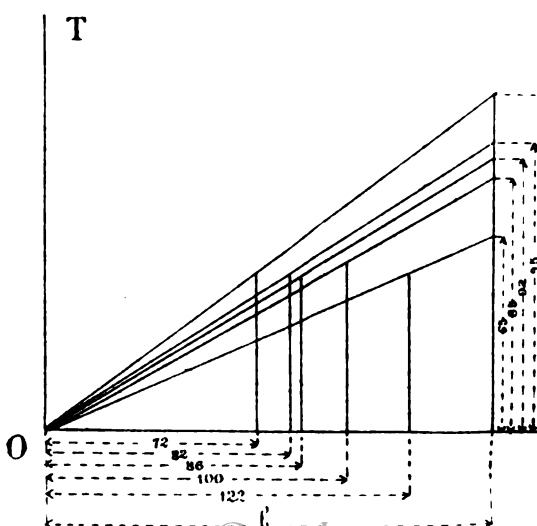
2.ª Esperienza



3.ª Esperienza



4.ª Esperienza



Digitized by Google

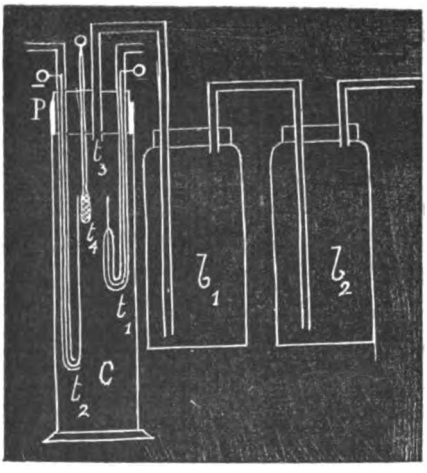
Digitized by Google

dell' ozono colla soluzione d' indaco: conveniva quindi, come feci poi, ristudiare l' influenza del raffreddamento eseguendo misure dirette dell' ozono svolto.

Ritenendo che l' aumentare della quantità d' ozono coll' aumentare della densità di corrente all' anodo fosse dovuto al fatto che, diminuendo la grandezza dell' anodo si diminuiva il contatto del gas che si svolgeva col liquido del voltametro, tentai diminuire ancora questo contatto investendo l' anodo con un getto d' aria. Con due voltametri disposti in serie verificai che l' iniezione d' aria riduceva il tempo necessario alla decolorazione del liquido di circa la metà.

Anche questo risultato dovetti poi appurare con misure dirette dell' ozono svolto giacchè l' iniezione d' aria favoriva la formazione di acqua ossigenata [1]), come del resto verificai ponendo in serie due voltametri contenenti una soluzione solforica di permanganato di potassa, ed osservando che solo in quello nel quale iniettavo aria la soluzione veniva decolorata.

Ritenendo così di aver determinate le probabili migliori condizioni per ottenere ozono per via elettrolitica passai ad eseguire delle misure dell' ozono prodotto valendomi dell' apparecchio segnato quì appresso.



1) Vedere: Berthelot. Comptes rendus, vol. 86, pag. 71. — Jamin. Comptes rendus, vol. 88, pag. 891. — Carius. Bulletin de la Societé Chimique de Paris, vol. 86, pag. 71.

Digitized by Google

C cilindro di vetro di 4 cm. diametro e 17 cm. d'altezza;
T tappo di sughero coperto da gommalacca;
t_1 t_2 tubo di vetro contenente l'anodo ed il catodo e pei quali si iniettava aria;
t_4 termometro;
t_3 tubo per raccogliere i gas svolti;
$b_1 - b_2$ bottiglie di Wolf contenenti 100 cm³ di una soluzione di 1000 gr. acqua 15 gr. di KJ e 10 gr. di H_2SO_4.

Eseguii sei esperienze nelle condizioni seguenti: voltametro immerso in una miscela refrigerante e contenente 180 cm³ di soluzione solforica a 22 Bè, anodo costituito da 1 cm. di un filo di Pb di $^1/_2$ mm. di diametro (a questa grandezza di anodo corrispondeva la densità max compatibile colla fusibilità del filo) iniezione d'aria raffreddata per t_1 e t_2.

Durando ogni esperienza 10 minuti con una corrente di 2 ampères sotto una tensione di 7,4 volts essendo — 2° la temperatura alla fine dell'esperienza le quantità d'ozono raccolte furono mmgr. 8,8; 8,9; 9,1; 8,9; 8,9; 9,3. Siccome 2 ampères per $^1/_6$ d'ora svolgono 100 mmgr. di ossigeno questi numeri rappresentavano il per cento di ozono sull'ossigeno prodotto.

Ad esperimentare che il piombo si prestava realmente meglio del platino alla produzione dell'ozono sostituii il filo di piombo con uno di platino ed ebbi percentuali d'ozono di poco inferiori a 4.

Rimaneva da verificare l'influenza effettiva del raffreddamento e dell'iniezione d'aria. Soppressa perciò la miscela refrigerante, ed immerso il voltametro in un vaso contenente 10 litri d'acqua, eseguii due determinazioni. Iniettando aria da ambedue i tubi la temperatura non si elevò al disopra di 17° e le percentuali d'ozono furono di 8,9 e 9,1.

Siccome questo risultato contradiceva colle esperienze del Sorret [1]) ed in generale con una osservazione fatta da molti esperimentatori, eseguii 12 esperienze mantenendo alternativamente il voltametro a — 2° ed a + 17° ma ebbi sempre le medesime percentuali.

1) Comptes rendus, vol. 88, pag. 443.

Digitized by Google

Sopprimendo l' iniezione d' aria la temperatura a livello degli elettrodi si elevò fino a 22° e le percentuali d' ozono variavano fra 5 e 5,4. Verificata così l' effettiva importanza dell' iniezione d' aria eseguii 20 esperienze col voltametro posto in un vaso contenente acqua in circolazione ed iniettando aria da ambedue i tubi, ed ottenni percentuali varianti da 9,4 ad 8,6. Due esperienze della durata di mezz' ora dettero le percentuali di 8,5 ed 8,7.

Queste percentuali d' ozono, sull' ossigeno prodotto, mentre sono di circa 4 volte superiori a quelle ottenute dal Sorret [1]), che a quanto afferma l' Otto [2]) in una sua recente memoria, ed a quanto risulta a me, erano le più elevate ottenute, non permettono tuttavia di pensare a produrre ozono per via elettrolitica.

Basta considerare che la tensione ai morsetti di un voltametro posto nelle condizioni sopra esposte non si abbassa al disotto di volts 6,5 ed in generale si mantiene a 7 volts, e siccome un cav-ora sotto tale tensione equivale a 105 ampères-ora, con 1 cav-ora si produrrebbero gr. 2,73 d' ozono, mentre già coi primi apparecchi del Siemens [3]) si ottenevano 20 gr. per cav-ora, l'Andreoli [4]) garantisce per i suoi ozonatori [5]) 100 gr. per cav-ora e l' Otto è giunto, usando frequenze elevate, fino a 154,9 gr. per cav-ora.

Dal Laboratorio di Elettrochimica del R. Museo Industriale Italiano
Torino, Maggio 1899.

---

1) Annales de Chimie et Physique, 1898, 7. ser., vol. 13.
2) Elektrotechnische Zeitschrift, anno 1891.
3) Eclairage Electrique, 1897. N. 37.
4) Electrical Review, anno 1898.
5) Annales de Chimie et Physique, 1898, 7 ser., vol. 13.

Digitized by Google

SE I RAGGI DEL RÖNTGEN FAVORISCANO IL RAFFREDDAMENTO DI UN CORPO.

Nota del Dott. A. AMERIO.

Il Prof. P. Pettinelli pubblicò, nel *Nuovo Cimento* [1]), uno studio dal quale risulta che il raffreddamento di un corpo nell' aria è più rapido, allorchè questa è attraversata da un fascio di raggi del Röntgen.

Di argomenti affini si occuparono il Lenard [2]), a proposito dell' influenza dei raggi catodici sull' aria atmosferica; il Villari [3]), sul potere refrigerante dei gas attraversati da scintille elettriche; il Dorn [4]), sull' azione riscaldatrice dei raggi del Röntgen; ed altri.

Però il Lenard dimostra che la cooperazione dei raggi del Röntgen, all' azione prodotta da un fascio che esca da un tubo a vuoto con finestra di alluminio, è debolissima; il Villari dimostra che l' azione delle scintille è puramente meccanica, giacchè consiste nel proiettare le particelle d' aria in tutti i sensi; il Dorn trova che i raggi del Röntgen colpendo delle lamine assorbenti le riscaldano.

È ovvio che questo riscaldamento *diretto* e piccolissimo, possa sussistere col raffreddamento *indiretto* trovato dal Pettinelli.

Questi misura il tempo che un termometro impiega a raffreddarsi da 32 a 28°, e trova che diminuisce di $^1/_{60}$ quando il corpo è colpito dai raggi del Röntgen.

Con questo dato si può calcolare quale variazione deve aver subìto il coefficiente di trasmissione del calore dal termometro all' ambiente.

1) Nuovo Cimento, vol. 8°, pag. 299.
2) Annalen der Physik und Chemie, vol. 63, pag. 253.
3) Nuovo Cimento, vol. 9°, pag. 77.
4) Ann. der Phys. ecc. vol. 63, pag. 160.

Digitized by Google

Infatti, il raffreddamento per irradiazione e per trasporto, di un corpo, segue la legge

$$\log \frac{T_0}{T} = h \frac{S}{C} t \qquad (1)$$

dove S è la superficie del corpo, T l'eccesso della sua temperatura su quella dell'ambiente al tempo t, T_0 l'eccesso iniziale, ed h un coefficiente, costante per valori di T non molto grandi, che dipende dal corpo e dall'ambiente.

Analogamente se h' è un altro valore del coefficiente h, t' la nuova durata del raffreddamento tra le stesse temperature,

$$\log \frac{T_0}{T} = h' \frac{S}{C} t' . \qquad (2)$$

Dalle (2) e (2′) si ricava tosto

$$\frac{h' - h}{h} = \frac{t - t'}{t'} .$$

Dalle esperienze del Pettinelli risulterebbe dunque

$$\frac{h' - h}{h} = \frac{1}{60} .$$

Alcune esperienze che eseguii osservando anch'io il raffreddamento di un termometro, non mi diedero alcun risultato positivo.

I tubi che adopravo erano dell'*Allgemeine Elektricität Gesellschaft*; li eccitavo con un rocchetto di dimensioni medie che mi dava scintille lunghe da 16 a 20 cm.; e usavo per interruttore sia quello di Foucault, sia quello a spirale del Prof. Róiti, sia infine quello del Wehnelt.

Per risolvere il dubbio ricorsi quindi ad altri metodi nei quali la sensibilità fosse notevolmente aumentata.

Si abbia una coppia termoelettrica la cui temperatura superi quella dell'ambiente. Durante il raffreddamento, per la inevitabile dissimetria, la differenza tra le temperature delle due saldature, varierà continuamente, e con un galvanometro si potrà osservare come varia col tempo la corrente termoelettrica che ne risulta.

Digitized by Google

La curva costruita prendendo per ordinate le deviazioni del galvanometro che si leggono su una scala, e per ascisse i tempi in cui si fanno le letture, avrà andamento uniforme o no, secondo che il raffreddamento è avvenuto regolarmente o sotto influenze perturbatrici.

In alcune delle esperienze eseguite secondo questo principio, usai una coppia ferro-costantano e un galvanometro astatico e aperiodico del Thomson.

Il filo di costantano, di mm. 1,5, era lungo 60 cm. e lo riscaldavo mediante la corrente di alcuni accumulatori; alla parte di mezzo erano saldati due fili di ferro distanti 25 cm., aventi il diametro di 2 mm., saldati alla loro volta ai fili di rame che andavano al galvanometro. Queste ultime saldature erano chiuse in un tubo di vetro ravvolto nell' ovatta. La coppia era in una scatola metallica divisa in due da una lastra di piombo, attraverso alla quale passava isolato il filo di costantano; così le due saldature erano separate, e una finestra coperta da un foglio sottile di alluminio permetteva che i raggi del Röntgen ne colpissero una.

La scatola era riparata da un' altra di cartoncino; una lastra di ebanite grossa tre mm. separava il tubo dalle scatole, che erano in comunicazione col suolo: la distanza del tubo dalla saldatura colpita dai raggi era di 5 cm.

Per scaldare il filo di costantano, vi facevo passare la corrente di 9 ampère per 2^m, mentre era aperto il circuito del galvanometro; interrotta la corrente chiudevo subito questo circuito, e dopo breve intervallo leggevo sulla scala di 10^s in 10^s, lasciando che il raffreddamento avvenisse liberamente per un minuto, facendo agire il tubo nel successivo, e così di seguito.

Le curve corrispondenti ad ogni esperienza riuscirono regolari, in modo da escludere un' influenza dei raggi del Röntgen sul raffreddamento.

Per avere un' idea della sensibilità del metodo, indico con Φ il potere termoelettrico della coppia, con R la resistenza totale, con T_1 e T_2 gli eccessi delle temperature delle saldature su quella dell' ambiente. Se Δi è la corrente che fa deviare il galvanometro di una divisione della scala, affinchè la cor-

Digitized by Google

rente dovuta alla coppia vari di Δi, occorre che la differenza tra T_1 e T_2 vari di

$$\Delta\theta = \frac{R}{\Phi}\Delta i . \tag{3}$$

Considero separatamente le due saldature, e suppongo che il raffreddamento dell' una avvenga liberamente, giungendo in 2^m a T_1. La seconda, partendo dal valore iniziale T_0 giungerà nel primo minuto a T_2', e giungerebbe nel successivo a T_2'', seguendo la (1), dalla quale ricavo

$$h = \frac{C}{S}\log\frac{T_2'}{T_2''};$$

ma se durante il secondo minuto, h ha il nuovo valore h', il valore finale dell' eccesso della temperatura sarà T_2''', e si avrà:

$$h' = \frac{C}{S}\log\frac{T_2'}{T_2'''}.$$

Ne segue

$$\frac{h'-h}{h} = \frac{\log\frac{T_2''}{T_2'''}}{\log\frac{T_2'}{T_2''}}.$$

Da questa notando che, se $h'-h$ è molto piccola rispetto ad h, T_2''' e T_1'' sono poco differenti, e indicando con t la durata del raffreddamento da T_0 a T_2 si ha

$$\frac{h'-h}{h} = \frac{\frac{1}{T_2''}(T_2''' - T_2'')}{\frac{1}{t}\log\frac{T_0}{T_2}}.$$

Il valore di $\frac{h'-h}{h}$ che corrisponde a una divisione della scala, è quello per cui la variazione $T_2''' - T_2''$, che è anche la variazione della differenza tra le temperature delle saldature dovuta alla variazione di h, è la (3); sostituendo risulta

$$\frac{h'-h}{h} = \frac{t\,R}{\Phi T_2''\log\frac{T_0}{T_2}}\Delta i . \tag{4}$$

Digitized by Google

Come si vede la sensibilità decresce colla temperatura della saldatura, e la (4) dà solo la sensibilità media durante il secondo minuto.

Se prendo $T_0 = 200°$, $T_1 = 2°$ con che ho circa $t = 10^{-3}$, avendo inoltre $R = 0{,}7$ ohm, $\Delta i = 0{,}2.10^{-6}$ ampère, $\Phi = 56.10^{-6}$ volta, ottengo:

$$\frac{h' - h}{h} = \frac{1}{15000}.$$

Però una variazione così piccola di h passerebbe inavvertita, perchè la differenza di una divisione della scala non renderebbe irregolare la curva; occorrono a quest' uopo circa 10 divisioni e quindi la sensibilità reale è ridotta a $^1/_{1500}$, molto superiore al valore $^1/_{60}$ trovato dal Pettinelli, per il quale la curva riuscirebbe irregolarissima.

Per decidere con maggiore sicurezza la questione, ricorsi ad altre due disposizioni.

La prima è la stessa seguìta dal Prof. E. Villari nel lavoro citato. Un galvanometro è posto in derivazione su una spirale di platino che si porta al rosso nascente con una corrente. La spirale è in una scatola metallica che ha una finestra ricoperta da un foglio sottile di alluminio.

Dalla formola approssimata

$$T = \frac{1}{hJ} \cdot \frac{\rho i^2}{2\pi^2 r^3}$$

dove T e h hanno i soliti significati, J è l' equivalente dinamico della caloria, ρ la resistenza specifica, i la corrente, r il raggio del filo di platino, è facile ricavare che se h varia di Δh, T varierà di ΔT, seguendo con grande approssimazione la formula

$$\frac{\Delta h}{h} = -\frac{\Delta T}{T}. \tag{5}$$

Ora se D è il numero delle divisioni di cui è deviato il galvanometro sotto l' influenza della corrente derivata, la variazione di ρ che fa diminuire D di una divisione è

$$\Delta \rho = -\frac{\rho}{D}$$

Digitized by Google

e poichè all' incirca

$$\Delta \rho = 0{,}0027\, \rho\, \Delta T \tag{6}$$

la (5) diventa

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{1}{0{,}0027\ D\ T}\ .$$

Nelle esperienze eseguite con un galvanometro di Deprez e d'Arsonval avente una resistenza interna di 200 ohm, avevo $D = 2500$, $T = 500$ e quindi

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{1}{3375}\ ,$$

ma non osservai nessuna variazione facendo agire il tubo, per quanto adoprassi l' interruttore del Wehnelt. Eppure ripetendo le esperienze del Prof. Villari, cioè ponendo la stessa spirale in un vaso di vetro nel quale facevo scoccare delle scintille di circa 5 cm. di lunghezza, mediante un piccolo induttore unito a due bottiglie di Leyda, e l' interruttore del Wehnelt, ottenni una deviazione variabile intorno a 100 divisioni [1]).

La seconda disposizione consiste nel costruire un bolometro mediante quattro fili di platino lunghi tre cm. e aventi il diametro di $^1/_{18}$ di mm.

Erano posti in una scatola di latta avente una parete per metà di alluminio, e per metà ricoperta da lastra di piombo. I fili di platino erano saldati ad altri più grossi di rame, e riuniti in modo che i due affacciati alla finestra fossero lati opposti del ponte. Tra essi e gli altri due c' era un tramezzo di latta, saldato alle pareti.

Se $2i$ è la corrente esterna al ponte, ρ la resistenza di ognuno dei lati, $\Delta\rho$ la variazione in due lati opposti, ρ' la resistenza della diagonale dove c' è il galvanometro, questo è attraversato dalla corrente

$$\Delta i = \frac{i}{\rho + \rho'} \Delta \rho\ ,$$

1) Credo opportuno osservare che, se le scintille che scoccano nell'aria ne aumentassero di $^1/_{30}$ il potere refrigerante, come trova il Prof. Pettinelli in un lavoro recente, (N. Cimento, Agosto 1899), avrei dovuto notare una deviazione permanente, nello stesso senso di quella ottenuta nelle esperienze del Prof. Villari, di forse 100 divisioni. Invece il galvanometro ritornò sempre, dopo una diecina di secondi, alla posizione primitiva, a meno di una divisione.

Digitized by Google

da cui per le (5) e (6)

$$\frac{\Delta h}{h} = - \frac{\rho + \rho'}{0{,}0027\, \rho\, i\, T} \Delta i\,.$$

Usando un galvanometro del Thomson che ha una resistenza interna di 5,6 ohm per cui ρ' risulta circa 6 ohm, prendendo per Δi la corrente che lo fa deviare di una divisione della scala, cioè $\Delta i = 33.10^{-9}$ ampère, e ponendo $2\, i = 0{,}12$ ampère, $\rho = 1{,}1$ ohm, e $T = 70^0$ si ottiene

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{1}{53000}\,.$$

Però neanche in questo caso non ho notato alcuna influenza dei raggi del Röntgen; cosicchè credo di poter conchiudere che se pure essi influiscono come parrebbe probabile, sul raffreddamento di un corpo nell'aria, lo fanno in misura enormemente inferiore a quanto risulta dalle esperienze citate.

Ringrazio vivamente il Prof. Ròiti per i consigli che mi diede, e per i mezzi che pose a mia disposizione.

Firenze, Istituto di Studi Superiori
Ottobre 1899.

LA DISPERSIONE DELLA LUCE NELLA TEORIA ELETTROMAGNETICA.

Nota del Prof. AUGUSTO ANTONELLI.

Ammettiamo che un corpo perfettamente trasparente sia costituito di molecole dielettriche separate fra loro dall'etere. Questo lo ammetteremo polarizzabile, e così pure le molecole, ma con coefficiente diverso. Non essendo conduttrici, il contegno delle molecole, al passaggio di un'onda elettromagnetica, sarà eguale a quello di un isolante posto in un mezzo coibente, (l'etere) di potere dielettrico differente. Si sa (Righi. « L'ottica delle oscillazioni elettriche » § 17) che *un tal corpo agisce come se divenisse origine di onde secondarie aventi periodo di vibrazione e smorzamento eguali a quelli dell'onda principale.* Pertanto, quando un dielettrico è attraversato da un'onda elettromagnetica, le sue molecole diverranno

Digitized by Google

centri di oscillazioni e funzioneranno come eccitatori hertziani a dimensioni infinitesime. L' azione elettrica in un punto dell' etere sarà la risultante di quelle dovute all' onda principale e alle secondarie delle molecole.

Calcoliamo l' azione di queste ultime.

Sieno $+e$ e $-e$ le quantità di elettricità che durante un' oscillazione si portano alle estremità opposte di un diametro δ di una molecola μ, e sia τ il periodo della oscillazione, periodo che si disse eguale a quello dell' onda principale. Il momento elettrico della molecola sarà:

$$q = e\,\delta \operatorname{sen} \pi \frac{t}{\tau} .$$

Sia O il punto dell' etere ove si cerca la risultante. Poichè la sfera d' azione di una molecola è piccolissima, consideriamo solo quelle che si trovano in una sfera S col centro in O e raggio eguale a quello dell' azione molecolare. Questa sfera potrà contenere molte molecole, ma sarà assai piccola rispetto a λ, sicchè potremo ritenere, senza errore, apprezzabile, che le molecole, in un dato istante vi si trovino tutte nella stessa fase, e che la f. e. m. vi si conservi sensibilmente costante.

Sia Oz la direzione di propagazione dell' onda elettromagnetica, ed Ox quella della f. e. m. Allora delle componenti di questa forza, solo la X sarà diversa da zero, e l' equazione del moto sarà:

$$\text{(1)} \qquad K\mu \frac{d^2X}{dt^2} = \frac{d^2X}{dz^2} .$$

Poichè le molecole le abbiamo paragonate ad oscillatori, per aver le formule che ci danno la loro azione, riportiamoci a quelle date da Hertz pel suo oscillatore. Determinata la funzione $\Pi_1 = \frac{e\delta}{r} \operatorname{sen} \pi \left(\frac{r}{\lambda} - \frac{t}{\tau} \right)$, per le componenti della forza, esercitata in un punto, parallelamente e normalmente alla direzione dell vibrazione eccitante, ha dato le formule:

$$\text{(2)} \qquad \rho P_1 = \frac{dQ}{d\rho} , \quad \rho R_1 = -\frac{dQ}{d\rho} \quad \text{ove} \quad Q = \rho \frac{d\Pi_1}{d\rho} .$$

Prendiamo:

$$\Pi = \frac{e\delta}{r} \operatorname{sen} \frac{\pi}{\lambda} r \operatorname{sen} \frac{\pi}{\tau} t$$

Digitized by Google

che soddisfa alla stessa equazione differenziale cui soddisfa la Π_1. Poichè nelle molecole le vibrazioni sono parallele ad Ox, come nei risonatori sono parallele alla vibrazione dell' onda principale, e perchè le loro dimensioni sono assai piccole rispetto alle distanze molecolari, possiamo, come ha fatto Hertz, trascurare le petenze superiori di $\frac{\delta}{r}$ ed avremo:

$$P_1 = -\frac{\pi^2 e \delta}{\lambda^2} \operatorname{sen} \frac{\pi}{\lambda} r \operatorname{sen} \frac{\pi}{\tau} t \cdot \frac{\operatorname{sen} \theta}{r},$$

$$R_1 = \frac{\pi^2 e \delta}{\lambda^2} \operatorname{sen} \frac{\pi}{\lambda} r \operatorname{sen} \frac{\pi}{\tau} t \cdot \frac{\operatorname{sen} \theta \cos \theta}{r}$$

ove θ è l' angolo di μO col piano xy. Se il corpo è isotropo, le molecole in S sono distribuite simmetricamente intorno ad O in tutte le direzioni. Sia n il loro numero, ed n' quello delle molecole i cui raggi vettori fanno con xy l' angolo θ_i. Avremo:

$$\frac{n'}{n} = \frac{2\pi r^2 \cos \theta_i \, d\theta_i}{4\pi r^2} = \frac{1}{2} \cos \theta_i$$

e le (2) per le componenti delle azioni dovute a queste molecole danno:

$$(2') \qquad \begin{aligned} n' P_1 &= -\frac{n \pi^2 e \delta}{2 \lambda^2} \operatorname{sen} \frac{\pi}{\tau} t \sum_1^{n'} \operatorname{sen} \frac{\pi}{\lambda} r_i \frac{\operatorname{sen}^2 \theta_i \cos \theta_i}{r_i}; \\ n' R_1 &= \frac{n \pi^2 e \delta}{2 \lambda^2} \operatorname{sen} \frac{\pi}{\tau} t \sum_1^{n'} \operatorname{sen} \frac{\pi}{\lambda} r_i \frac{\operatorname{sen} \theta_i \cos^2 \theta_i}{r_i}, \end{aligned}$$

e le componenti P ed R dovute a tutte le n molecole sono:

$$(2'') \qquad \begin{aligned} P &= \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} n' P_1 \, d\theta = -\frac{n \pi^2 e \delta}{3 \lambda^2} \operatorname{sen} \frac{\pi}{\tau} t \sum_1^n \frac{\operatorname{sen} \frac{\pi}{\lambda} r_i}{r_i} \\ R &= \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} n' R_1 \, d\theta = 0 \end{aligned}$$

Digitized by Google

le quali mostrano che in O anche la vibrazione dovuta alle onde secondarie è trasversale. Ricordando che:

$$q = e\,\delta \operatorname{sen} \frac{\pi}{\tau} t,$$

abbiamo:

$$P = -\frac{n\pi^2}{3\lambda^2} q \sum_1^n{}_i \frac{\operatorname{sen} \frac{\pi}{\lambda} r_i}{r_i} = \frac{a'}{\lambda^2} q,$$

$$\left(\text{ove } a' = -\frac{n\pi^2}{3} \Sigma_i \frac{\operatorname{sen} \frac{\pi}{\lambda} r_i}{r_i}\right).$$

Aggiungendo questa forza alla X nella (1) si ha:

$$(1') \qquad K\mu \left(\frac{d^2X}{dt^2} + \frac{a'}{\lambda^2}\frac{d^2q}{dt^2}\right) = \frac{d^2X}{dt^2}.$$

Ma (Mascart. *Leçons sur l' électricité*, § 90) il momento elettrico q è proporzionale alla f. e. m., secondo la formula

$$k \,.\, d\,v \,.\, F = q$$

ove F è la f. e. m., k il coefficiente di polarizzazione. Avremo dunque:

$$P = \frac{a'}{\lambda^2} k\, d\, v\, X = \frac{a}{\lambda^2} X \quad (a = a' \,.\, k \,.\, d\, v)$$

e la (1') darà.

$$K\mu \left(1 + \frac{a}{\lambda^2}\right) \frac{d^2 X}{d\,t^2} = \frac{d^2 X}{dz^2}.$$

Volendo soddisfare quest' equazione coll' integrale

$$X = m\, e^{\frac{2\pi i}{\lambda}(V - tz)}$$

si deve avere:

$$K\mu \left(1 + \frac{a}{\lambda^2}\right) = \frac{1}{V^2}$$

dalla quale risulta che la velocità di propagazione V dell'onda nel dielettrico è eguale a quella data da Maxwell $(1 : \sqrt{K\mu})$

Digitized by Google

moltiplicata pel fattore $\left(1+\frac{a^2}{\lambda^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$. Dalla relazione stessa abbiamo:

$$\frac{1}{V^2\mu} = N^2 = K\left(1+\frac{a}{\lambda^2}\right)$$

cioè l'indice di rifrazione N è eguale a quello dato da Cavchys, limitato ai primi due termini.

Il coefficiente a, proporzionale ad n, cresce colla densità del mezzo. Quanto al fattore $\Sigma \frac{\operatorname{sen}\frac{\pi}{\lambda}r_i}{r_i} = \frac{\pi}{\lambda}\Sigma \frac{\operatorname{sen}\frac{\pi}{\lambda}r_i}{\frac{\pi}{\lambda}}$, poichè per r piccolissimo il rapporto fra il seno e l'arco tende al valore 1, si vede che è finito e diverso da zero.

Consideriamo ora il caso di un corpo non perfettamente trasparente, ma assorbente. Ammettiamo che le sue molecole sieno perfettamente conduttrici. Esse non si comporteranno come quelle dielettriche nel corpo perfettamente trasparente, ma agiranno, al passaggio dell'onda principale, come risonatori, ed avranno un periodo proprio, dipendente dalla loro capacità, autoinduzione e resistenza. Consideriamo ora le equazioni del moto elettrico nell'etere e nelle molecole. Nell'etere sussisterà ancora la equazione:

$$K\mu\left(\frac{d^2X}{dt^2}+\frac{d^2P}{dt^2}\right)=\frac{d^2X}{dz^2};$$

per le molecole poi, poichè esse funzionano come eccitatori sussisteranno le equazioni date da Hertz pel suo eccitatore, cioè (Poincarè: *Électricité et Optique*, T. 2°, § 69, pag. 149):

$$LC\frac{d^2Q}{dt^2}+RC\frac{dQ}{dt}+Q=0,$$

la quale, supponendo R trascurabile, si riduce a:

$$LC\frac{d^2Q}{dt^2}+Q=0$$

Digitized by Google

ossia, perchè $\frac{dQ}{dt} = i$

$$(3) \qquad L C \frac{di}{dt} + Q = 0 .$$

Poichè la molecola è conduttrice e polarizzabile dielettricamente in essa vi sarà corrente galvanica e corrente dielettrica, sicchè: $i = \gamma F + \frac{K}{4\pi} \frac{dF}{dt}$, ove γ è il coefficiente di conducibilità ed F la f. e. m. Di quest' ultima, una parte è dovuta all' onda principale, l' altra all' azione delle molecole che si trovano nella sfera d' attività della molecola considerata. La prima, per quanto si è detto sopra si riduce alla componente X, l' altra l' abbiamo indicata con P, sicchè $F = X + P$ e quindi:

$$i = \gamma (X + P) + \frac{K}{4\pi} \frac{d}{dt} (X + P)$$

e la (3) si trasforma nell' altra:

$$(4) \qquad \frac{LCK}{4\pi} \frac{d^2P}{dt^2} + \frac{LCK}{4\pi} \frac{d^2X}{dt^2} + L C \gamma \frac{dP}{dt} + L C \gamma \frac{dX}{dt} + Q = 0 .$$

Osservo ora che Q è la quantità di elettricità che si trova nella molecola al tempo t. Dette $+e$ e $-e$ le quantità massima e minima e τ_i il periodo, abbiamo $Q = e \operatorname{sen} \frac{\pi}{\tau_i} t$. E ricordando il valore di P dato dalla (2''), abbiamo:

$$Q = h P \qquad \left(h = \frac{-3\lambda^2}{n \pi^2 \delta \Sigma (\operatorname{sen} \frac{\pi}{\lambda} r_i : r_i)} \right),$$

e di queste equazioni ne abbiamo n, cioè quante sono le molecole considerate.

Sostituendo nella (4) e dividendo per LC, otteniamo:

$$\frac{K}{4\pi} \frac{d^2P}{dt^2} + \gamma \frac{dP}{dt} + \frac{h}{LC} P + \frac{K}{4\pi} \frac{d^2X}{dt^2} + \gamma \frac{dX}{dt} = 0.$$

Volendo soddisfare questa equazione e la (1'') con integrali della forma:

$$(5) \qquad X = m e^{in(t-pz)} \qquad P = m' e^{in(t-pz)}$$

Digitized by Google

dovremo avere:

$$K\mu n^2 X + K\mu n^2 P = n^2 p^2 X$$

$$\sum_1^n{}_i \left(-\frac{n^2 K}{4\pi} + i n \gamma + \frac{h}{L_i C_i} \right); P + \sum_1^n{}_i \left(-\frac{n^2 K}{4\pi} + i n \gamma_i \right) X = 0$$

donde, eliminando P,

$$K\mu \left[1 + \sum_1^n{}_i \frac{\frac{n^2 K}{4\pi} - i n \gamma_i}{-\frac{n^2 K}{4\pi} + \frac{h}{L_i C_i} + i n \gamma_i} \right] = p^2$$

ossia:

$$K\mu \left[1 + \sum_1^n{}_i \frac{\left(\frac{n^2 K}{4\pi} - i n \gamma \right) \left(\frac{h}{L_i C_i} - \frac{n^2 K}{4\pi} - i n \gamma_i \right)}{\left(\frac{h}{L_i C_i} - \frac{n^2 K}{4\pi} \right)^2 + n^2 \gamma_i^2} \right] = p^2 .$$

Dalle (5) si vede che p è l' inversa della velocità dell'onda nel mezzo. Poniamo $p = \frac{1}{V_0} + \frac{i}{V_1}$ avremo:

$$p^2 = \frac{1}{V_0^2} - \frac{1}{V_1^2} + \frac{2i}{V_0 V_1}$$

che sostituita nell' equazione precedente, ci dà:

$$\frac{1}{V_0^2} - \frac{1}{V_1^2} = K\mu \left\{ 1 + \sum_1^n{}_i ; \frac{\frac{n^2 K}{4\pi} \left(\frac{h}{L_i C_i} - \frac{n^2 K}{4\pi} \right) - n^2 \gamma_i^2}{\left(\frac{h}{L_i C_i} - \frac{n^2 K}{4\pi} \right)^2 + n^2 \gamma_i^2} \right\};$$

$$\frac{2}{V_0 V_1} = - K\mu \sum_1^n{}_i \frac{n h \gamma_i : L_i C_i}{\left(\frac{h}{L_i C_i} - \frac{n^2 K}{4\pi} \right)^2 + n^2 \gamma_i^2} .$$

La 1ª di queste dà:

$$\frac{1}{V_0^2} = N^2 = K\mu \left\{ 1 + \sum_1^n{}_i \frac{\frac{n^2 K}{4\pi} \left(\frac{h}{L_i C_i} - \frac{n^2 K}{4\pi} \right) - n^2 \gamma_i^2}{\left(\frac{h}{L_i C_i} - \frac{n^2 K}{4\pi} \right)^2 + n^2 \gamma_i} \right\}$$

che dà l' indice di rifrazione.

Digitized by Google

Si vede che, per effetto delle onde secondarie, il suo valore $K\mu$ è aumentato di

$$\sum_1^n{}_i \frac{\frac{n^2K}{4\pi}\left(\frac{h}{L_i C_i}-\frac{n^2K}{4\pi}\right)-n^2\gamma_i}{\left(\frac{h}{L_i C_i}-\frac{n^2K}{4\pi}\right)^2+n^2\gamma_i}.$$

E poichè $n=\frac{2\pi}{\lambda}$; ed $L_i C_i=\frac{\lambda_i}{(2\pi V)^2}$ [1]) (ove λ_i è la lunghezza d'onda della molecola che vibra quando è sottratta alla influenza delle azioni esterne, avremo:

$$N^2=K\left\{1+\sum_1^n{}_i \frac{\frac{a}{\lambda^2}\left(\frac{b}{\lambda_i^2}-\frac{a}{\lambda^2}\right)-\frac{c}{\lambda^2}}{\left(\frac{b}{\lambda_i^2}-\frac{a}{\lambda^2}\right)^2+\frac{c}{\lambda^2}}\right\};\quad \frac{1}{V_1}=-\frac{V_0 K\mu}{2}\sum_1^n{}_i \frac{\frac{bc}{\lambda_i^2}}{\left(\frac{b}{\lambda_i^2}-\frac{a}{\lambda^2}\right)^2+\frac{c}{\lambda^2}},$$

posto
$$\begin{cases} a=\pi K \\ b=h(2\pi V)^2 \\ c=(2\pi\gamma)^2. \end{cases}$$

Osservo che V_0 è la velocità dell'onda nel dielettrico, e V_1 il coefficiente d'assorbimento. Sostituendo nelle (5) ho:

$$X=m e^{+\frac{2\pi}{\lambda V_1}} . e^{\frac{2\pi i}{\lambda}\left(t-\frac{z}{V_0}\right)}.$$

E poichè $\frac{1}{V_1}$ e negativa ($=-H$), avremo:

$$X=m e^{-\frac{2\pi}{\lambda}H} e^{\frac{2\pi i}{\lambda}\left(t-\frac{Z}{V}\right)}.$$

---

1) Poincaré. Electricité et Optique, T. 2°, § 69.

Il problema è stato trattato da Gibbs: American Journal, Aprile 1882); del Kolacek (Wiedemann-Annalen, 1887); dall'Helmholtz (Wied. Ann., 1892); dal Drude (ibidem).

Digitized by Google

LIBRI NUOVI

DIE PHOTOGRAPHIE DER GESTIRNE,

per J. SCHEINER.

(Verlag von Wilhelm Engelmann Leipzig).

L'opera si compone di un grosso volume corredato di molte figure, e di un atlante di undici tavole. È indirizzata principalmente come trattato per gli studenti di astronomia, ma può servire come manuale anche agli astronomi provetti.

Il trattato è diviso in tre parti: la prima riguarda il modo di prendere le prove fotografiche dei corpi celesti e di usarle per le misure. In essa è discussa la parte tecnica del processo fotografico, la teoria ottica degli strumenti, l'azione perturbatrice dell'aria atmosferica; sono descritti i vari apparecchi, e trattati i metodi di misura e di riduzione, e infine i metodi di registrazione fotografica.

La seconda parte molto più breve delle altre due, parla della fotometria fotografica e della formazione dell'immagine fotografica.

La terza parte riguarda la storia della fotografia celeste, e i contributi che questa ha recato all'astronomia. È divisa in varii capitoli, che trattano dei diversi corpi celesti.

Un'appendice contiene la letteratura e un indice di nomi e di materie.

Nell'ordine l'A. ha cercato specialmente nella terza parte di seguire il più possibile il progresso storico. Si è limitato nella descrizione degli apparecchi, dando maggiore importanza alla esposizione della teoria e dei risultati.

L'atlante serve principalmente a dare un saggio dei progressi della fotografia celeste, specialmente a quei lettori che non hanno agio di osservare le prove fotografiche negli osservatori.

Come si vede dall'analisi fatta, il trattato sarà grandemente utile anche ai fisici. L. PUCCIANTI.

Digitized by Google

DARSTELLUNG DER 32 MÖGLICHEN KRYSTALLKLASSEN,

di H. BAUMHAUER.

(Wilhelm Engelmann, Leipzig, 1899).

Nella trattazione elementare della cristallografia si adotta generalmente la notazione di Neumann, che richiede l'uso di sei soli sistemi di assi.

Ma è noto che le leggi della cristallografia fanno ritenere possibili 32 sistemi di simmetria, ai quali posson riferirsi tutte le forme dei cristalli.

L'uso di questi 32 sistemi, o classi, di cristalli va sempre più generalizzandosi nell'insegnamento della mineralogia; e sarà quindi accolto con molto favore questo opuscolo del Professore Baumhauer, che definisce e descrive con chiarezza, e con sufficiente brevità, ognuna di quelle classi di cristalli.

L'opuscolo tratta anche dei modelli che di tali sistemi di assi son costruiti dal Krantz in Bonn e del modo col quale posson rappresentarsi le forme fondamentali e le zone.

A. STEFANINI.

DIE PHOTOMETRIE DER GESTIRNE,

del Prof. Dott. G. MÜLLER.

(Leipzig. Wilhelm. Engelmann, 1897).

È un bel volume, con molte figure, che tratta estesamente questa parte dell'astrofisica, la quale non era ancora stata ordinata in un vero e proprio trattato.

L'A. ha diviso la sua opera in tre parti:

La 1ª parte riguarda i fondamenti teorici della fotometria celeste.

La 2ª parte passa in rassegna tutti gli apparecchi e metodi fotometrici dal punto di vista pratico e tecnico.

La 3ª riferisce i risultati delle misure della luce inviataci dai corpi celesti.

Nella prima parte, contenente i problemi teoretici della fotometria, sono riferiti e trattati estesamente quelli che hanno

Digitized by Google

relazione colla fotometria celeste, e svolte alcune teorie che riguardano l' illuminazione dei pianeti, dei satelliti, dell'anello di saturno, ecc.

Riguardo alla seconda parte, in essa gli apparecchi sono stati riuniti in due grandi gruppi: fotometri ad estinzione e fotometri ad eguaglianza. Questi poi sono distribuiti a seconda dei diversi metodi teorici, di cui costituiscono l' applicazione. L'A. ha cercato che questa parte fosse al più possibile completa ; e non solo che non vi mancasse nessuno dei fotometri celesti di una certa importanza, ma che vi fossero descritti sommariamente anche quei fotometri da laboratorio, che, con qualche modificazione, si potessero applicare allo studio della luce degli astri. I tipi più importanti di fotometri celesti sono descritti e discussi molto largamente.

Nell' ultimo capitolo è data una breve rassegna degli strumenti destinati a misurare, invece dell' effetto fisiologico dei raggi, l' effetto termico e attinico: *bolometro, radiometro, fotometro chimico* ecc.

Nella terza parte il capitolo più esteso è quello sulle stelle fisse, perchè in questo campo la fotometria moderna, ha dati i maggiori risultati. Questi sono riferiti e discussi nel modo più esteso che è stato possibile. Gli altri capitoli, ad eccezione di quello sui pianeti e sui satelliti, sono necessariamente brevi per la scarsità del materiale di osservazione, e servono principalmente a mostrare quanto vi sia ancora da fare nel campo della fotometria celeste.

In fine del volume si trovano alcune tabelle numeriche e un indice della letteratura.

È questo un trattato utilissimo per chiunque si occupi di astronomia e di ottica.

L. PUCCIANTI.

Digitized by Google

RIVISTA

Comptes Rendus. T. CXXVIII, Maggio 1899.

BRANLY E. *Radioconduttori a sfere metalliche* (pp. 1089-1092). — L'A. dopo aver esposto alcune sue esperienze sulla variazione di resistenza per effetto delle onde elettriche, di colonne formate da dischi metallici ne espone altre nelle quali a questi dischi, sono sostituite delle sferette pure metalliche. Adoprando di queste sferette sovrapposte in un tubo di vetro verticale, in ogni caso ha trovato che esposti questi nuovi coherer all'azione della scintilla di un oscillatore si aveva una diminuzione di resistenza. Questa era fortissima nel caso in cui le sferette fossero di ferro dolce, di acciaio duro o di alluminio, debolissima nel caso in cui fossero di piombo, quasi nulla se erano di ottone. Gli stessi resultati si ottenevano quando il tubo era orizzontale.

L'A. fa poi dei confronti fra questa diminuzione di resistenza in questi tubi a sfere metalliche, con quella che si ottiene nei coherer a limatura.

TOMMASINA T. *Sopra la produzione di catene di depositi elettrolitici, e la formazione probabile di catene conduttrici invisibili, nell' acqua distillata, sotto l' azione delle correnti di self-induzione e delle onde elettriche: e sopra un curioso fenomeno di oscillazioni prodotte nell' acqua distillata dalle correnti indotte a debole frequenza* (pp. 1092-1095). — L'A. studia questi fenomeni servendosi del dispositivo adoperato per le sue ricerche sui coherer a contatto unico [1]).

BOREL A. *Sopra la polarizzazione rotatoria magnetica del quarzo* (pp. 1095-1096). — L'A. servendosi dei metodi polarimetrici di Laurent e di Summer per le righe del sodio, di Wild per le righe del cadmio; studia la polarizzazione rotatoria magnetica del quarzo limitando le sue ricerche su alcune righe, ma disposte sopra una estensione assai grande dello spettro fra Cd, (643,87) e Cd_{25} (319,34).

L'A. (essendo di 20° C. la temperatura) determina per ogni riga, le costanti di Verdet e quindi studiando l' influenza della temperatura, conclude che il potere rotatorio magnetico del quarzo

1) Comptes rendus, 12 Dicembre 1898, 13 Marzo 1899.

Digitized by Google

cresce con essa, e l'aumento è tanto maggiore, quanto più la luce impiegata è rifrangibile.

CHATELAIN E. U. *Sopra una nuova pompa a mercurio* (pp. 1131-1132). — L'A. descrive una nuova pompa a mercurio da lui ideata, abbastanza semplice. La colonna barometrica, essendo soppressa si comincia le operazioni del vuoto per mezzo della tromba ad acqua.

BORGMAN I. e PETROVSKI A. *Sulla capacità elettrica dei corpi cattivi conduttori* (pp. 1153-1155). — Gli A. servendosi del metodo descritto in una loro precedente Nota [1]) eseguiscono alcune ricerche sulla capacità elettrica di colonne di liquidi diversi, e su quella di alcuni tubi di gas rarefatti, ottenendo molti resultati interessanti sul modo di variare di questa capacità col variare di alcune condizioni.

FABRY CH. e PEROT A. *Sopra una sorgente intensa di luce monocromatica* (pp. 1156-1158). — Gli A. dimostrano di avere ottenuti eccellenti risultati impiegando come sorgente di luce monocromatica *l'arco del mercurio nel vuoto* scoperto e studiato da Arons. Quest'arco si forma fra due superfici di mercurio poste in uno spazio chiuso e perfettamente vuoto di aria, e messe in comunicazione con ciascuno dei poli di una corrente continua. Lo spettro di questa sorgente è identico a quello dei tubi di Michelson a vapore di mercurio. Tale sorgente può facilmente adoprarsi come sorgente di luce monocromatica.

BERTHELOT D. *Sopra l'aumento di pressione prodotta dalla mescolanza di due gas o sulla compressibilità della mescolanza* (pp. 1159-1160). — L'A. in una sua Nota [2]) aveva emessa l'idea che si poteva calcolare l'aumento di pressione Δp prodotta nelle mescolanze gassose, immaginando un ciclo di operazioni tali che la diffusione vi si facesse allo stato gassoso perfetto. In questa sua Nota riferendosi ai resultati ottenuti sulla compressibilità delle mescolanze nell'ultimo suo lavoro [3]) dimostra come l'impiego del ciclo proposto si trova giustificato dall'esperienza.

PELLAT H. *Difetto di generalità della teoria della polarizzazione fittizia dei dielettrici* (pp. 1218-1220). — L'A. dimostra con un esempio chiarissimo, che la teoria della polarizzazione fittizia o istantanea, è impotente a spiegare le forze che si producono sopra un dielettrico primitivamente non elettrizzato, posto in un campo elettrico.

1) Comptes rendus, T. 128, p. 420, 1899
2) Comptes rendus, 13 Giugno 1898.
3) Comptes rendus, 27 Marzo 1899.

Digitized by Google

PEROT A. e FABRY CH. *Sopra l' alimentazione dei tubi di Michelson per mezzo di diverse sorgenti elettriche* (pp. 1221-1223). — Sappiamo che lo spettro di un metallo fornito dalla scintilla elettrica varia con la condizione della scarica. Lo stesso fatto si produce nella scarica a traverso i vapori metallici contenuti in un tubo di Michelson. Per l' addizione di un condensatore in derivazione sul tubo alimentato da un rocchetto d' induzione, si ha l' apparizione di un certo numero di nuove righe. Gli A. si domandano se il modo di eccitazione non abbia anch' esso un' influenza su quelle righe che sussistano in ogni caso, e impiegano per risolvere questa questione il loro metodo di spettroscopia interferenziale.

LAGRANGE E. *A proposito della guaina luminosa elettrolitica* (p. 1224).

TOMMASIMA T. *Sopra la sostituzione dell' azione magnetica all' azione meccanica, per rompere direttamente le catene della limatura nei coherer* (pp. 1225-1226). — L'A. trova che tutte le volte che si avvicina ad un coherer un polo di una calamita, la conducibilità del coherer scompare: l' aderenza conduttrice non si riproduce che allontanando la calamita e sottoponendo nuovamente il coherer all' azione delle onde elettriche.

Egli utilizza queste osservazioni e sostituisce l' azione di un elettrocalamita a quella dei piccoli urti, per far perdere al coherer la conducibilità acquistata per l' azione delle onde elettriche.

COMPAN P. *Trasmissione della luce nei mezzi torbidi* (pp. 1226-1239). — L'A. innanzi tutto accenna ai lavori di Rayleigh, Hurion, Crova, sulla formula che dà l' intensità della luce trasmessa attraverso i mezzi torbidi. Con una serie poi di diverse esperienze eseguite su diverse sostanze conclude che la natura della luce trasmessa dipende dalle dimensioni delle particelle in sospensione nel mezzo. Queste esperienze sembrano di poter far concludere che nella formula che dà l' intensità della luce trasmessa, deve intervenire un fattore funzione delle dimensioni delle particelle stesse.

BERTHELOT D. *Sul calcolo della compressibilità di una mescolanza gassosa dopo quella dei suoi componenti* (pp. 1229-1231). — L'A. fondandosi su alcuni resultati ottenuti in alcuni suoi precedenti lavori sulle mescolanze gassose espone un calcolo che permette di ottenere in modo approssimato, la densità di una mescolanza gassosa per mezzo di quella dei suoi componenti.

PELLAT H. *Sulla polarizzazione vera dei dielettrici posti in un campo elettrico* (pp. 1312-1314). — Il Bouty emise l' idea in un suo lavoro sui condensatori in mica, che le scariche residue e i fenomeni connessi, presentati dai condensatori a dielettrico so-

Digitized by Google

lido si spiegavano ammettendo un residuo nella polarizzazione del dielettrico persistente dopo la sparizione del campo.

L'A. con una esperienza dimostra che tale idea del Bouty non è un' ipotesi, ma bensì l' espressione di una legge che enuncia nella maniera seguente: *Un dielettrico* (solido o liquido) *posto bruscamente in un campo elettrico costante prende una polarizzazione, che non è istantantanea, ma che cresce col tempo e raggiunge assintoticamente un massimo. Se il campo viene a cessare, la polarizzazione decresce e ritorna nulla alla fine di un certo tempo teoricamente infinito.*

LEDUC A. *Polimerizzazione dei vapori anomali: perossido di azoto e acido acetico* (pp. 1314-1317). — L'A. in un suo precedente lavoro [1]) ha dimostrato che la variazione della densità del cloro con la temperatura (nei limiti dove essa è potuta essere stata determinata con qualche certezza) è in perfetto accordo con la teoria degli stati corrispondenti, e non vi è luogo affatto d' invocare la dissociazione della molecola del cloro per spiegare queste variazioni per quanto grandi siano.

Tutt' altro è il caso del perossido d' azoto, la molecola del quale si sdoppia nettamente a misura che s' eleva la temperatura e si diminuisce la pressione, il che è dimostrato dalle esperienze di Natanson [2]). L'A. con vari calcoli dimostra che la teoria di Gibbs non è pienamente confermata dall' esperienze di Natanson.

Con dei calcoli simili a quelli eseguiti per l' ipoazotide, l'A. studia l' acido acetico e questi nuovi calcoli lo conducono al valore di $i = 1{,}02$ per il *coefficiente isotonico* delle soluzioni acetiche diluitissime.

FABRY CH., MACÉ DE LEPINAY J. e PEROT A. *Sopra la misura in lunghezze di onda delle dimensioni di un cubo di quarzo di 4 cm. di lato* (pp. 1317-1319). — Gli A. adoprano per tale misura, il metodo interferenziale precedentemente descritto da due di essi in un loro lavoro [3]).

LEFEBVRE P. *Punti di Bravais e poli* (pp. 1320-1322). — L'A. riferendosi ai resultati ottenuti in un suo precedente lavoro [4]) espone altre interessanti relazioni esistenti fra i punti di Bravais e i poli di un sistema ottico centrato: alcune dello quali permettono di ricercare i secondi, servendosi delle costruzioni e dei calcoli fatti per ricercare gli altri. E. PASQUINI.

---

1) Comptes rendus, T. 125, p. 937.
2) Ann. der Physik und Chemie, 2. serie, t. 27, p. 614.
3) Annales de Chim. et de Phys., 7. serie, t. 11, p. 102; 1899.
4) Comptes rendus, Marzo 1899.

Digitized by Google

Journal de Physique.

3. serie, t. 8, Aprile, Maggio e Giugno 1899.

MARCHIS L. *Contributo allo studio sperimentale della tempera e della ricottura del vetro* (pp. 193-206). — È una lunga nota nella quale l'A. mostra in che consista la tempera e la ricottura dei termometri e fa vedere come vanno distinte una tempera moderata e una secolare e così pure una ricottura moderata e una secolare.

D'ARSONVAL. *Interruttore elettrolitico* (pp. 206-209). — L'A. descrive dettagliatamente l'interruttore elettrolitico così come fu costruito dapprima dal Wehnelt.

SACERDOTE D. *Sulle deformazioni elastiche dei vasi spessi* (pp. 209-212). — In un articolo precedente (*Journal de Physique*, 3. ser., t. VII, p. 516, 1898) l'A. mostrò che si può ottenere con calcoli semplicissimi la deformazione che subisce un vaso sferico o cilindrico infinitamente sottile, quando è sottoposto a pressioni differenti sulle due faccie. Ora fa vedere che, per mezzo delle formule ottenute per i vasi sottili, è facilissimo d'ottenere quelle che dànno la deformazione dei vasi della stessa forma, e d'uno spessore qualunque.

PERREAU E. *Sul metodo delle coincidenze* (pp. 212-214). — L'A fa vedere come, nella misura della durata di oscillazione di un pendolo, la superiorità del metodo delle coincidenze su quello dei passaggi non consista, come si dice spesso, nel dispensare l'osservatore da contare il numero di oscillazioni del pendolo, ma nel ridurre moltissimo la durata dell'esperienza necessaria per ottenere un'approssimazione data.

GERRIT BAKKER. *Relazione fra le leggi caratteristiche dei gas perfetti* (pp. 214-215).

MÉTRAL P. *Dimostrazione del principio di Archimede pei gas* (pp. 215-216). — È la descrizione di un'esperienza semplicissima.

BOUASSE H. *Sopra un' esperienza di trazione* (pp. 241-252). — L'A. fa tutta la teoria di una esperienza che sembra molto semplice e che quantunque sia stata ripetuta migliaia di volte non era stata fatta ancora correttamente.

PELLAT H. *Perdita d'elettricità per evaporazione dell'acqua elettrizzata — Vapore emesso da un liquido non elettrizzato — Applicazione all'elettricità atmosferica — Influenza del fumo* (pp. 253-262). — Quando un liquido è elettrizzato, il vapore che emette è anch'esso elettrizzato. Gli sperimentatori non sono d'accordo su questo punto.

Digitized by Google

L'A. non soltanto è riuscito a mettere in evidenza nettamente che una superficie di acqua elettrizzata avente una densità elettrica poco superiore a quella del suolo perde colla sua evaporazione alla temperatura ordinaria una parte della sua carica, ma ha pure misurato questa perdita. Il metodo tenuto consisteva nel determinare con un elettrometro a quadranti la perdita spontanea di un sistema elettrizzato e molto bene isolato comprendente un vaso molto appiattito, quando era vuoto oppure pieno di acqua alla temperatura del laboratorio.

Non elettrizzando prima il sistema l'A. trovò che coll' evaporazione non si produceva elettricità in modo sensibile.

BERTHELOT D. *Sopra un metodo puramente fisico per la determinazione dei pesi molecolari dei gas e dei pesi atomici dei loro elementi* (pp. 263-274). — L'A. mostra come per formare una scala di pesi molecolari siano da distinguere due metodi: un *metodo chimico* fondato sugli equivalenti chimici, e un *metodo fisico* fondato invece sulla legge di Gay-Lussac e sul principio di Avogadro.

I valori ottenuti coi due metodi non concordano esattamente perchè le *densità teoriche* dei gas, calcolate coi valori degli equivalenti forniti dall' analisi chimica non corrispondono che imperfettamente colle densità sperimentali trovate nelle condizioni ordinarie di temperatura e pressione. Questo disaccordo dipende dal fatto che il principio di Avogadro non potrebbe essere esatto per le varie temperature e pressioni altro che se i gas avessero la stessa compressibilità e lo stesso coefficiente di dilatazione.

Ora nessuna di queste due leggi è rigorosa. Ma resulta dalle esperienze di Regnault che i coefficienti di dilatazione dei vari gas si ravvicinano di più in più a uno stesso valore quanto più la pressione diminuisce. Per conseguenza siamo autorizzati ad ammettere che a rarefazioni estreme i volumi molecolari di tutti i gas siano rigorosamente uguali.

La scala fisica dei pesi molecolari, fondata sulle densità dei gas, si avvicina dunque tanto di più alla scala chimica quanto più la pressione è debole e si può pensare che le due scale coincidano quando si sostituiscano alle densità normali le *densità limiti* prese sotto una pressione infinitamente piccola.

La densità limite d' un gas non può esser misurata sperimentalmente, ma l'A. mostra come si possa dedurre dalla densità normale quando si conosca la legge della compressibilità del gas.

L'A. indica molti pesi molecolari e atomici dedotti in questa maniera.

Digitized by Google

BRANLY E. *Radioconduttori a dischi metallici* (pp. 274-275).

MICHELSON A. *Sopra lo spettroscopio a gradinata* (pp. 305-314). — L'A. indica un mezzo per produrre gli spettri, fondato sopra la diffrazione e analogo a quello dei reticoli. A tal fine egli si serve di lastre di vetro a faccie piane e parallele sovrapposte in parte in modo da formare una gradinata. L'A. è riuscito a ottenere dispersioni fortissime e a concentrare la luce quasi tutta sopra un solo spettro.

PELLIN PH. e BROCA A. *Spettroscopio a deviazione fissa* (pp. 314-319). — Si sa che quando un raggio luminoso ha attraversato un prisma al minimo di deviazione, se viene riflesso sopra uno specchio solidale col prisma prende una direzione fissa indipendente dal suo colore. Questa disposizione è frequentemente impiegata per le ricerche bolometriche in cui si vuole avere una dispersione ben determinata e un apparecchio ricevitore fisso, ma non si può adoperare per uno spettroscopio pratico perchè gli specchi in vetro argentato dànno una immagine cattiva e gli specchi metallici sono presto inservibili. L'A. ha rimediato l'inconveniente formando un prisma che dà nell'interno una riflessione totale in modo da realizzare la deviazione fissa senza specchio alterabile

SACERDOTE P. *La legge della mescolanza dei gas — Nuovo apparecchio di dimostrazione* (pp. 319-329). — L'A. mostra che, facendo le misure con tutta la precisione di cui sono suscettibili i metodi attuali di misura, la legge di Berthollet riguardante i miscugli dei gas in generale non è vera; la mescolanza di CO_2 con SO_2, per es., si compie con un aumento di pressione di $1^{mm},25$ di mercurio.

L'A. indica il metodo tenuto nelle sue esperienze e descrive un apparecchio di dimostrazione che permette di mostrare a un uditorio, con un'esperienza di alcuni minuti, quest'aumento di pressione che accompagna le mescolanze di certi gas.

COLOMAN DE SZILY. *Sulla variazione della resistenza elettrica dei metalli e delle loro leghe per effetto della torsione* (pp. 329-332). — L'A. ha sperimentato per ora col constantano ed ha trovato che la resistenza elettrica va aumentando coll'angolo di torsione. Gli aumenti di resistenza non sono però proporzionali agli angoli di torsione, ma crescono molto di più.

M. PANDOLFI.

Digitized by Google

Annales de Chimie et de Physique.

T. XVII. Luglio e Agosto T. XVIII. Settembre 1899.

BERTHELOT. *Su alcune relazioni fra le energie luminose e le energie chimiche* (pp. 320-324). — L'A. cerca di vedere se la luce determina la combinazione dell' iodio e degli elementi alogeni con l' ossigeno. Esperienze durate cinque mesi mostrano che questa combinazione non avviene.

LEDUC A. *I calori specifici dei gas e l' equivalente meccanico della caloria* (pp. 484-510). — Molti fisici hanno calcolato l' equivalente meccanico della caloria col metodo di R. Mayer e i resultati, molto diversi fra loro, sono in generale assai superiori a quelli forniti dai metodi diretti. Per questo l'A. ha creduto utile discutere le cause di tali discordanze.

Comincia dall' osservare che l' errore più grande si commette nella determinazione del calore specifico C, e perciò passa in rassegna, analizzandoli, i vari metodi per determinarlo, e mostra l'incertezza che regna intorno ai diversi dati relativi al calore specifico dei gas. Dai resultati delle varie esperienze l'A. mostra che si possono ritener giusti i due principi seguenti:

1° La capacità calorifica molecolare a volume costante (c M) è la stessa per i gas della medesima atomicità, presi in stati corrispondenti.

2° Questa capacità calorifica è proporzionale al numero n di atomi comuni nella molecola.

L'A. in ultimo esamina le esperienze di Lord Kelvin e Joule sulla dilatazione dei gas nel vuoto.

GUTTON G. *Ricerche sperimentali sul passaggio delle onde elettriche da un conduttore ad un altro* (pp. 1-76). — Nella prima parte di questa Memoria l'A. si propone di determinare sperimentalmente quali sono le relazioni tra la fase, l' ammortimento e l' intensità d' un sistema di onde primarie e il sistema di onde trasmesse al filo secondario attraverso un condensatore. I resultati a cui giunge sono i seguenti:

1° Le onde vengono trasmesse senza cambiamento di fase, qualunque sia la capacità elettrostatica delle bottiglie di Leida che servono a far passare le onde dall' estremità del filo primario all' estremità del filo secondario.

2° Le onde passano al conduttore secondario per mezzo della regione ove la forza elettrica alla superficie di questo conduttore è nulla.

Digitized by Google

3° Se la trasmissione avviene attraverso due lamine parallele, l'onda trasmessa è in ritardo d'una lunghezza un poco superiore al diametro della lamina.

4° Se le oscillazioni lungo i fili primari sono pendolari e ammortite, le oscillazioni trasmesse ai fili secondari sono ugualmente pendolari e hanno lo stesso periodo e lo stesso ammortimento delle oscillazioni primarie.

5° La frazione d'energia trasmessa dai fili primari ai secondari è indipendente dall'intensità delle onde primarie, e tanto più grande quanto più è corta la lunghezza d'onda.

6° Due condensatori della stessa capacità elettrostatica non trasmettono necessariamente al filo secondario delle onde aventi la medesima intensità. L'intensità delle onde secondarie non aumenta costantemente quando si aumenta la lunghezza lungo la quale i fili primario e secondario sono vicini; la loro intensità passa per un massimo quando questa lunghezza è uguale al quarto della lunghezza d'onda.

Se si trasmettono le onde lungo due fili paralleli che partono dai due poli d'un eccitatore, le linee di forza elettrica formano degli archi che fanno capo a due punti in faccia a ciascuno dei fili: riunendo con un ponte le estremità di questi fili, le onde, raggiunto il ponte, si riflettono. Nel mezzo del ponte la forza elettrica è costantemente nulla. Nella seconda parte l'A. studia appunto il passaggio delle onde elettriche da un filo primario ad un secondario parallelo, da una parte e dall'altra del punto ove la forza elettrica è nulla, e trova i seguenti resultati:

1° Le onde elettriche sono trasmesse con un cambiamento di fase d'un semiperiodo da un filo primario ad un secondario parallelo, da una e dall'altra parte del punto di forza elettrica nulla.

2° Il passaggio delle onde da un filo ad uno parallelo conserva al sistema di onde la forma pendolare, e le oscillazioni primaria e secondaria hanno lo stesso periodo e lo stesso ammortimento.

3° L'intensità delle onde secondarie è massima quando la lunghezza dei fili paralleli, da ogni lato del mezzo del ponte, è uguale ad un quarto di lunghezza d'onda.

Nella terza parte l'A. prende in esame l'azione d'un filo percorso da onde progressive sur un filo secondario, e trova che:

1° Se le onde si propagano sur un lungo filo primario, facendo del secondario una specie di risonatore non si ha alcuna scintilla alla rottura se questo è parallelo al primo, mentre l'effetto massimo si ha quando è perpendicolare.

Digitized by Google

2° Se due fili secondari sono paralleli per un certo tratto ai due primari e poi si piegano in avanti ad angolo retto, le onde primarie sono trasmesse senza cambiamento di fase, e l'onda secondaria ha un'intensità massima quando il filo primario e il secondario corrispondente sono paralleli per una lunghezza uguale ad un quarto della lunghezza d'onda.

3° Applicando un ponte ai fili secondari, le onde secondarie e primarie hanno una differenza di fase d'un semiperiodo al punto ove esse si separano, e l'intensità delle onde secondarie è massima quando il filo primario e secondario corrispondente sono paralleli sur una lunghezza uguale al quarto di lunghezza d'onda.

Nell'ultima parte l'A. determina la forma delle linee di forza elettrica nelle vicinanze d'un risonatore, e per determinare la direzione della forza elettrica in un punto del campo hertziano adopra un radioconduttore analogo a quello del Bose, nel circuito del quale trovasi un elettrometro capillare ed una f. e. m. di circa 0,1 volta. Trova che lungo un risonatore esistono dei punti ove la forza elettrica è nulla, e che se all'interruzione avvengono delle scintille, una parte dell'energia vi converge necessariamente.

DAHMS A. *Sulla congelazione dei miscugli d'acido acetico e d'acqua* (pp. 140-142). — L'A. osserva che i resultati a cui giunse il De Coppet (T. XVI degli *Annales)* sono perfettamente uguali a quelli che egli ha pubblicato nel 1897.

DE COPPET L. C. *Risposta alla Nota del Sig. A. Dahms* (pp. 142-144). — L'A. mostra di essere andato più avanti del signor Dahms, poichè ha determinato un secondo punto di solidificazione d'un miscuglio soprafuso d'acido acetico e acqua; punto situato 2° più basso del punto d'eutossia. Fa poi altre osservazioni in difesa dell'opera sua.

G. ERCOLINI.

The Physical Review. Volume IX, Luglio e Agosto 1899.

SHEDD J. C. *Studio interferometrico delle radiazioni in un campo magnetico* - I (pp. 1-19). — Dopo aver fatta la storia dell'argomento, dalla quale risulta che avanti del Zeeman aveva il Fievez nel 1885-86 ottenuto un sensibile slargamento delle linee spettrali per opera del campo magnetico, l'A. enumera i difetti del metodo fotografico usato dal Zeeman per lo studio dei fenomeni in questione, e dimostra la superiorità del metodo interferometrico dovuto al Michelson. Riportata poi la teoria del Lorentz su questi fenomeni e quelle altre che in seguito ai risultati sperimentali necessariamente la sostituirono, Egli osserva che lo stato presente della questione può riassumersi come segue:

Digitized by Google

1° Quando le radiazioni emanano da una sorgente di luce posta nel campo magnetico, in generale le linee spettrali sono da esso influenzate. Il sistema di linee magnetizzato è simmetrico rispetto alla linea originale non magnetizzata. Il campo magnetico può produrre nuove linee spettrali.

2° Esaminata parallelamente al campo magnetico la linea spettrale è, in generale, sdoppiata, ma può anche divenire una linea singola o multipla. Nel caso d'una sola linea non c'è polarizzazione; in tutti gli altri casi le componenti sono polarizzate circolarmente: le più corte lunghezze d'onda nella direzione della corrente magnetizzante, le più lunghe in senso opposto.

3° Esaminata in direzione perpendicolare al campo magnetico, le componenti esterne sono polarizzate in un piano in modo che le loro vibrazioni sono perpendicolari al campo; le componenti interne hanno le loro vibrazioni parallele al campo.

4° La forma generale delle linee viste perpendicolarmente al campo è un triplet, ma a volte è di struttura complessa.

5° L'aumento dell'azione magnetica, misurata col cambiamento di periodo della linea spettrale, non è una semplice funzione della lunghezza d'onda; non è costante per ogni lunghezza d'onda, e per tutte le linee d'una data sostanza; nè è una semplice funzione della lunghezza d'onda per le linee d'una data sostanza.

6° L'azione magnetica è proporzionale al campo.

L'A. si propone di studiare l'argomento per vedere quali sono le condizioni più opportune per l'osservazione del fenomeno Zeemann, per confrontare fra loro i due metodi, fotografico ed interferometrico, per accertarsi se l'effetto magnetico è diverso a differenti temperature, e per misurare i cambiamenti magnetici di molte linee, e studiare poi lo stato di polarizzazione delle componenti.

In questa prima Memoria egli descrive il magnete usato, le fiamme delle quali si è servito, l'apparecchio a dispersione e la polarizzazione osservata, e giunge alle seguenti conclusioni:

1° La separazione magnetica delle linee D_1, D_2 del sodio, date da una fiamma nuda, non può essere distintamente osservata alla temperatura della fiamma Bunsen, nè a quella d'una fiamma a iniezione d'aria, nè alla temperatura della fiamma di ossigeno e gas, se non si prendono delle precauzioni contro le spontanee inversioni.

2° Il fenomeno può essere molto più sodisfacentemente osservato parallelo al campo magnetico, quando perpendicolarmente ad esso la intensità del campo necessaria a produrre un puro triplet è due volte quella necessaria a produrre lo sdoppiamento.

Digitized by Google

3° C'è un ritardo di tempo apprezzabile sia quando il magnete è eccitato, sia quando la corrente è tolta, durante il quale le linee mostrano un fenomeno d'inerzia. Questo ritardo non sembra dovuto interamente all'autoinduzione del campo, ma può essere parzialmente visuale e parzialmente *ionico*.

4° Un'intensità di almeno 15000 unità C. G. S. sembra essere necessaria per osservazioni sodisfacenti.

5° Gli spettri superiori al secondo ordine sono troppo deboli per avere dei buoni fenomeni.

GRESSMANN G. W. *La resistenza elettrica delle amalgame di piombo a basse temperature* (pp. 20-29). — Le amalgame venivano introdotte in un tubo ad U circondato da un piccolo rocchetto di filo di rame dalla variazione di resistenza del quale si deduceva la temperatura del bagno in cui veniva immerso il tubo: questo consisteva in un vaso contenente dell'etere in cui si metteva dell'anidride carbonica solica. Riportando sulle ascisse le temperature e sulle ordinate le resistenze, l'A. trova che le curve che si ottengono da 30° C. al punto di solidificazione sono solo debolmente inclinate sull'asse delle x; quando l'amalgama diviene solida la sua resistenza diminuisce tanto che la curva riesce quasi ad angolo retto con la primitiva direzione; quando la solidificazione è completa la curva continua quasi parallelamente alla prima porzione. In alcuni casi la resistenza dell'amalgama solida fu solo $^1/_4$ di quella della liquida. In altri la resistenza variò così repentinamente che non fu possibile di ottenere la curva della sua variazione.

Dalle curve ottenute l'A. ricava il punto di fusione e quello di solidificazione delle amalgame prese in esame.

Tutte le amalgame studiate hanno un coefficiente di temperatura più piccolo di quello del mercurio puro, e per quelle che contengono molto piombo esso è molto piccolo.

HUMPHREYS W. J. *L'interruttore elettrolitico di Wehnelt* (pp. 30-40). — Consiste in un piccolo elettrodo positivo e in un elettrodo negativo grande immersi in un elettrolita di buona conducibilità.

Posto in serie col primario di un rocchetto d'induzione, sotto certe condizioni, interrompe la corrente in un modo che spesso dà risultati migliori di tutti gli altri interruttori fin qui usati. L'A. ne ha costruiti ed adoprati diversi e raccoglie in questa Memoria le osservazioni fatte e che riassumeremo brevemente:

1° Gli elettrodi di grande superficie richiedono più corrente e più alto voltaggio per funzionare, e nelle stesse condizioni gli elettrodi larghi producono interruzioni meno frequenti degli stretti

Digitized by Google

e danno scariche di maggior diametro al secondario. La distanza, entro larghi limiti, fra i due elettrodi ha piccola influenza.

2° Gli elettroliti che conducono meglio dànno i migliori risultati. Conviene ricoprire l'elettrolita con uno strato di olio di paraffina per evitare ogni possibile getto di liquido.

3° Durante l'azione dell'interruttore, intorno all'anodo compare un fuoco più o meno brillante e se non compare la corrente non s'interrompe. Esaminato con lo specchio girante si mostra intermittente. Lo spettro della luce che emette contiene le linee dell'idrogeno e dell'ossigeno sempre e poi quelle di altri corpi, secondo la natura dell'elettrolita. Questo è una prova quasi certa che la luce è dovuta ad una scarica elettrica attraverso quei gas.

4° Quando il voltaggio è sufficientemente alto, in modo che l'interruttore funziona nelle condizioni ordinarie, se si mette in un forte campo magnetico, in modo che le linee di forza siano ad angolo retto con la corrente, esso non funziona; aumentando il voltaggio funziona irregolarmente.

5° Un aumento di pressione idrostatica abbassa la frequenza delle scariche, mentre ad una bassissima pressione l'azione dell'interruttore è debolissima.

6° La quantità e la specie dei gas generati dal polo positivo sono differenti da quelle ottenute nella elettrolisi quieta ordinaria. Le proporzioni variano con la sezione dell'elettrodo, col voltaggio e con altre condizioni. Il polo negativo dà idrogeno solo.

7° Se il voltaggio è basso il circuito può esser chiuso sia al di fuori dell'interruttore, sia immergendo l'elettrodo nel liquido. Se il voltaggio è alto l'elettrodo deve essere immerso prima, e il circuito deve chiudersi fuori dell'interruttore.

8° La corrente aumenta col voltaggio fino ad un massimo il cui valore dipende, fra le altre cose, dall'autoinduzione del circuito e poi decresce col successivo aumento di potenziale.

9° L'elettrodo positivo ha tre stabili e distinte condizioni di attività: *a) stadio di alta resistenza* caratterizzato da piccolo ma costante splendore alla punta, da piccola corrente molto riscaldante e da uno speciale rumore; *b) stadio di quieta elettrolisi* caratterizzato da assenza di luce e di rumore e da una corrente relativamente grande; *c) stadio di regolare interruzione* con suono di una nota costante, e grande corrente.

10° Una resistenza grande e variabile in serie con l'interruttore dà resultati interessanti. Se la resistenza è grande si ha il secondo stadio; diminuendola l'elettrolisi aumenta fino ad una

Digitized by Google

certa corrente dipendente dalla sezione degli elettrodi, ma non dal voltaggio.

11° Aumentando l'autoinduzione del circuito si abbassa la frequenza dell'interruttore; diminuendola aumenta la corrente.

12° Per ottenere raggi X servono meglio delle alte le frequenze moderate di circa trecento interruzioni per secondo.

FOSTER W. *L'idrolisi del cloruro di stagno* (pp. 41-56). — È uno studio della idrolisi fatto sul cloruro di stagno, perchè questo composto, in soluzioni di media concentrazione, presenta l'idrolisi così graduale che l'osservatore ha tutto il tempo di determinare la condizione della soluzione. L'A. conclude che il cloruro di stagno non è una eccezione alla teoria della dissociazione.

MAGIE W. F. *Calore specifico di soluzioni che non sono elettroliti* (pp. 65-85). — Mediante alcune considerazioni teoriche l'A. comincia col dimostrare che le leggi relative alla variazione del calore specifico delle soluzioni con la loro concentrazione sono fra loro diverse, perchè diverso è il loro comportamento rispetto alla pressione osmotica. Molte sono le determinazioni eseguite sulle soluzioni elettrolitiche, perciò l'A. si limita allo studio di quelle che non sono elettroliti. Il metodo adoprato è una modificazione di quello di Pfaundler, che consiste essenzialmente nel comunicare uguali quantità di calore a due calorimetri mediante una corrente elettrica che passa in due rocchetti di ugual resistenza immersi nei calorimetri, dei quali uno contiene un liquido campione e l'altro il liquido da osservare.

In queste esperienze il liquido campione è il solvente e vien determinato il calore molecolare del soluto.

I risultati delle determinazioni eseguite sopra undici soluzioni confermano la teoria esposta dall'Autore.

SHEED J. C. *Studio interferometrico delle radiazioni in un campo magnetico* - II (pp. 86-115). — In questa seconda parte l'A. studia il metodo interferometrico adoprando l'interferometro Michelson, e mostra che si adatta bene anche per campi inferiori a 1000 unità C. G. S. Eseguisce molte misure in condizioni diverse, e riguardo alla temperatura giunge alle seguenti conclusioni:

1° Alla temperatura della fiamma Bunsen c'è un distinto ritardo ionico che è superato immediatamente col campo di 95000 unità C. G. S.

2° Questo ritardo ionico diminuisce col crescere della temperatura, ed è praticamente assente alla temperatura della fiamma ad ossigeno o a quella dei tubi a vuoto.

Digitized by Google

3° La variazione in lunghezza d'onda raggiunge un valore massimo dipendente dalla temperatura e pressione; il massimo è raggiunto a circa 11000 unità C. G. S.

Quanto ai cambiamenti prodotti dal campo magnetico conchiude che:

1° Una classificazione delle linee secondo la grandezza del cambiamento magnetico è di poco valore.

2° È più significante una classificazione delle linee secondo il valore di $\frac{e}{m}$ dove e è la carica ed m la massa d'un ione.

3° La complessità di struttura d'una linea dipende dal valore del rapporto $\frac{e}{m}$.

STEVENS J. S. e DORSEY H. G. *Effetto della magnetizzazione sulla elasticità delle verghe* (pp. 116-120). — La sbarra da assoggettare all'esperienza è appoggiata presso i suoi estremi sopra due spigoli; nel suo mezzo viene caricata da un peso e porta uno specchio di un'interferometro; è abbracciata da due rocchetti di filo metallico e una corrente d'acqua può circolare fra essa e i rocchetti. L'A. trova che i moduli d'elasticità del ferro lavorato e dell'acciaio aumentano con la magnetizzazione.

QUICK R. W. *Acqua simultaneamente gelante e bollente* (pp. 121-122). — È la ben nota esperienza del pallone capovolto contenente acqua calda che entra in ebollizione tosto che si versa sul pallone dell'acqua fredda. Se, dopo che l'acqua è raffreddata, si versa dell'etere contenente molta anidride carbonica solida, l'acqua entra in ebollizione mentre sulla parete interna del pallone il vaporo si solidifica.

G. ERCOLINI.

Philosophical Magazine. Giugno 1899.

JOHONNOTT E. S. jun. *Spessore della macchia nera nelle lamine liquide* (pp. 501-522). — Le lamine adoperate furono di soluzioni acquose di oleato di soda o di potassio, ad alcuna delle quali fu aggiunta della glicerina e del nitrato potassico. Le lamine stavano verticalmente, e l'orlo inferiore era a contatto col liquido che le formava.

Lo spessore fu misurato con due metodi: cioè mediante lo spostamento delle frange di diffrazione che si determinava con l'interferometro del Michelson, o mediante le variazioni dell'intensità della luce riflessa sotto diverse incidenze dalle lamine.

Digitized by Google

Questo secondo metodo è meno esatto, per la difficoltà di avere della luce perfettamente monocromatica.

L'A. ha trovato che lo spessore della macchia nera di una lamina di sapone non è costante, e che può variare da 6 $\mu\mu$ a 40 $\mu\mu$. La lamina formata da una soluzione di puro oleato può consistere di due macchie nere, la seconda delle quali ha uno spessore che è quasi la metà dello spessore limite della prima, che è circa 12 $\mu\mu$. L'aggiunta di glicerina o di KNO_3 impedisce la formazione della seconda macchia nera. Lo spessore della macchia nera è poi indipendente dalla quantità di oleato che si scioglie nell'acqua, e diminuisce al crescere della temperatura.

GRIFFITHS A. *Nota sulla sorgente di energia nella convezione diffusiva* (pp. 522-529). — Riferendosi ad un suo precedente lavoro (*N. Cim.* (4), 9, pag. 237) e in seguito ad alcune osservazioni che il Fitzgerald pubblicò nella *Nature*, l'A. calcola l'abbassamento di temperatura che si ha nella diffusione verso l'alto di una soluzione più densa dell'acqua, l'assorbimento del calore quando la diffusione si combina col movimento del liquido, e la velocità con la quale si eseguisce il lavoro nell'apparecchio già descritto nella sua citata Nota.

GRIFFITHS A. *Studio di un apparecchio per la misura della velocità della diffusione dei solidi disciolti nei liquidi* (pp. 530-539). — L'apparecchio immaginato consiste in un recipiente diviso in due scompartimenti da un diaframma orizzontale, attraversato da diversi tubi, lungo i quali avviene la diffusione. Altri tubi servono per caricare e scaricare i due scompartimenti.

Il coefficiente di diffusione è calcolato con un metodo analogo a quello col quale Lord Kelvin ha risoluto il problema del passaggio della elettricità lungo un cavo che possiede una capacità apprezzabile.

L'A. calcola poi gli errori derivanti da differenze di temperatura fra i due scompartimenti, dalle variazioni di temperatura di tutto l'apparecchio, dal cambiamento di volume per la diffusione e dalla circolazione che si produce quando si rinnovano i liquidi nei due compartimenti. I primi resultati sperimentali, ottenuti per una soluzione di solfato di rame, mostrano che gli errori dovuti a tali cause non sono molto grandi.

SHAKESPEAR G. A. *Applicazione di un metodo d'interferenza alla determinazione del modulo di Young per i fili, e sua relazione coi cambiamenti di temperatura e di magnetizzazione; sua applicazione allo studio del cambiamento delle dimensioni dei fili di ferro e di acciaio con la magnetizzazione* (pp. 539-556). — Due dischi circolari di ghisa son riuniti con tre pezzi uguali del filo in esa-

Digitized by Google

me: il disco superiore è sospeso pel suo centro, quello inferiore porta un gancio per l'applicazione del peso; ad uno dei fili verticali che riuniscono i due dischi son fissati due bracci orizzontali, uno all'estremità superiore e l'altro a quella inferiore. Dal braccio superiore parte una sbarra metallica verticale, che porta in basso un prisma rettangolare e sul braccio inferiore, in corrispondenza della faccia orizzontale del prisma, è fissato uno specchio piano. Speciali disposizioni servono a mantener paralleli i due dischi, e le faccie prospicientisi dello specchio e del prisma, che posson situarsi ad una piccolissima distanza fra loro (circa 0,25 mm.), e fra tali due superficie avviene l'interferenza della luce. Quando i fili si allungano, crescendo lo spessore dell'aria compresa fra le due superficie ora dette, varia il numero delle strie d'interferenza, e si ha così il modo di misurare l'allungamento prodotto dal peso applicato. Questo metodo permette di apprezzare 0,000003 cm.

Per poter applicare una tensione continua senza scosse, al disco inferiore è applicato un cilindro di ferro che pesca in un recipiente pieno d'acqua che viene estratta gradatamente.

L'A. ha trovato che l'effetto di un aumento e di una successiva diminuzione dalla tensione o della temperatura, è di aumentare il modulo d'elasticità; cioè l'allungamento osservato dei fili è sempre maggiore al principio di tali operazioni, che alla fine.

Anche la produzione di un campo magnetico sembra aumentare il modulo d'elasticità. Quando i fili di ferro eran magnetizzati mediante un solenoide che produceva un campo di 23 C. G. S. il primo effetto, per una piccola tensione, era una contrazione, seguita da una dilatazione quando la corrente aumentava d'intensità; diminuendo di poi la corrente continuava l'allungamento fino a raggiungere un punto d'inversione, che era seguìto da una contrazione continua fino all'annullarsi della corrente. Invertendo la corrente, il primo effetto è una contrazione continua, fino a un punto d'inversione, passato il quale si ha un allungamento che continua anche dopo che la corrente ha raggiunto il massimo, si raggiunge il punto d'inversione precedente e poi vi è una contrazione fino all'annullarsi della corrente.

Per un carico un po' forte, l'effetto è del tutto diverso, e consiste in una contrazione fino al massimo della corrente, seguìto da un allungamento fino all'annullarsi della corrente.

Questi effetti non si debbono attribuire ad un aumento della temperatura, perchè non sono lenti ed uniformi, ma si producono e cessano immediatamente col campo magnetico.

Digitized by Google

Adoprando correnti alternanti, si ha da prima un allungamento; ma cessando la corrente il filo si contrae fino alla sua prima lunghezza.

Quest' osservazione suggerisce un metodo per determinare l' area d' isteresi. Infatti se d è la lunghezza del filo, n il numero delle alternazioni della corrente I, che produce un certo allungamento, e c la corrente continua che produce un allungamento uguale, si ha

$$n\,l \int \mathrm{H}\,d\,\mathrm{I} = \mathrm{C\,E}$$

ove $\int \mathrm{H}\,d\,\mathrm{I}$ è l' energia dissipata ad ogni ciclo di magnetizzazione, ed E rappresenta la f. e. m. adoperata.

STONEY G. J. *Denudazione e deposizione* - Parte II (pp. 557-564). — È una replica alle osservazioni del Chree (*N. Cim.* (4), 10, p. 240), nella quale l'A. mostra che le ipotesi fatte sulla compressibilità della crosta terrestre dipendono quasi esclusivamente da fatti noti.

STONEY G. *La quantità di ossigeno dell' atmosfera, confrontata con quella della crosta terrestre* (pp. 565-566). — È facile calcolare che uno strato di acqua alto cm. 264, che coprisse tutta la terra, conterrebbe tanto ossigeno quanto ne contiene l' atmosfera.

Tenendo poi conto della composizione delle roccie, l'A. trova che la quantità d' ossigeno contenuto nell' atmosfera è circa un decimillesimo di quello contenuto nella crosta terrestre.

Lord RAYLEIGH. *Sul calcolo della frequenza delle vibrazioni fondamentali, con un esempio tratto dall' idrodinamica* (pp. 566-572). — L'A. indica un metodo per trovare con approssimazione la più piccola radice dell' equazione che rappresenta il moto di un sistema attorno ad una configurazione di equilibrio stabile.

A. STEFANINI.

Digitized by Google

SERIE IV. - Tomo X. Dicembre 1899

IL
NUOVO CIMENTO

PERIODICO

FONDATO DA

C. MATTEUCCI e R. PIRIA

CONTINUATO DA

R. FELICI
A. BATTELLI V. VOLTERRA

ORGANO
DELLA
SOCIETÀ ITALIANA DI FISICA

Collaboratori per i sunti:

A. BARTORELLI - E. CRESCINI - E. CASTELLI - G. ERCOLINI
G. FAÈ - G. RIZZI - A. STEFANINI

PISA
DALLA TIPOGRAFIA PIERACCINI
1899

Dei lavori inediti, pubblicati dal NUOVO CIMENTO, vengono date 50 copie gratis agli Autori.

Digitized by Google

Del « NUOVO CIMENTO » si pubblica ogni mese un fascicolo di **80** pagine.

Gli abbonamenti sono obbligatori per un anno e si intendono rinnovati, quando non siano disdetti entro il Dicembre.

Devono pagarsi anticipatamente.

PREZZO DELL' ABBONAMENTO ANNUO

In Italia	**L. 15, 00**
All' Estero	**„ 18, 00**

Per domande di abbonamenti, e per tutto quanto riguarda l'Amministrazione del Giornale rivolgersi all' amministratore *P. Salvioni, Tipografia Pieraccini* — Via del Monte, 12, Pisa.

Tutto quanto riguarda la parte scientifica del Giornale deve essere diretto alla « *Direzione del Nuovo Cimento* — PISA. »

L' Amministrazione del « NUOVO CIMENTO » ha uno speciale **Ufficio di Annunci**, per dare pubblicità a libri ed opere scientifiche, non che a prodotti di fabbriche nazionali ed estere.

Questa pubblicità vien fatta nella copertina del giornale e in fogli aggiunti a colori, ai seguenti prezzi:

		Pagina	1/2 pag.	1/4 pag.	1/8 pag.
Per un trimestre	L.	50	28	15	10
» semestre	»	80	50	30	18
» anno .	»	130	80	45	25

Si fanno poi speciali accordi per l' inserzione fra le pagine del giornale, di annunzi già stampati.

Il « NUOVO CIMENTO » è l' **unico** giornale di fisica sperimentale italiano; esso è diffuso in tutte le Università ed Istituti Superiori d' Istruzione italiani ed esteri; nei Licei, negli Istituti tecnici, nelle Scuole militari e navali ec. ec., è quindi superfluo far risaltare i vantaggi che arrecherà alle Case commerciali il farsi conoscere ed il dar notizia delle loro specialità su di esso.

L' AMMINISTRATORE

P. Salvioni.

N.B. *Per richieste di Annunzi, trattative ec. rivolgersi sempre all'* **Amministrazione del « NUOVO CIMENTO »** *Via del Monte, 12,* **PISA.**

Digitized by Google

Una Lettera inedita di VOLTA.

Fra i manoscritti voltiani che si conservano presso il R. Istituto Lombardo in Milano, vi è una lettera, o meglio una minuta di lettera, senza firma, nè data, nè indirizzo, ma che però dalla scrittura e dal contenuto chiaramente appare di Alessandro Volta. È la risposta ad un suo conoscente, a quanto pare, di Ginevra, che lo aveva interpellato circa la esistenza nel lago di Como di un fenomeno *di flusso e riflusso, osservato da de Saussure nel lago di Ginevra*, il quale altro non può essere che il ben noto fenomeno delle *Seiches*, oggetto di molti studi anche ai giorni nostri, specialmente per parte dell' illustre Professore Forel di Losanna, e che per iniziativa della nostra Società di Fisica comincia ora ad essere osservato anche nei laghi italiani. Perciò mi parve particolarmente interessante il far conoscere questa lettera, notevole documento della speciale attitudine del Volta alla sagace osservazione ed interpretazione di qualsiasi ordine di fenomeni naturali.

In essa, dopo diverse considerazioni, si propone una spiegazione della periodicità giornaliera dei temporali, che si osserva nelle vallate del lago, poi si tratta delle condizioni igrometriche dello strato d' aria sovrastante alle acque e infine si riferiscono alcune misure della temperatura abissale lacustre, le quali all' incirca concordano colle odierne. Quest' ultimo fatto è pure di notevole interesse, poichè non era noto, almeno per quanto io so, che prima dei giorni nostri fossero stati fatti scandagli termometrici nelle acque del lago di Como e tanto meno che fossero stati fatti dal Volta.

Non è difficile poi fare qualche induzione per stabilire chi fosse il corrispondente ginevrino, a cui la lettera fu, o doveva essere, mandata. Un accenno alla dipendenza delle *seiches* dalle differenze di pressione atmosferica sulla superficie del lago ci

Digitized by Google

fa subito pensare a J. P. E. Vaucher [1]), naturalista insigne e professore a Ginevra ai tempi di Volta, che pel primo sottopose al controllo della osservazione tale ipotesi circa la causa generale delle *Seiches*, già formulata da H. B. de Saussure, e ne dimostrò l'attendibilità. (*Sur les seiches du lac du Genève*, Bulletin de la Société Philomatique, III, 1805; *Mémoire sur les seiches du lac du Genève composé de 1803 à 1804*, Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, 8, VI, 1833). Anche altri argomenti poi corroborano tale supposizione. L'amico di Volta ha fatto, come si vedrà, un viaggio sui laghi lombardi, e Vaucher nella seconda delle due memorie citate scrive di aver visitato nel Luglio del 1804 i laghi Maggiore, di Lugano e di Como. Finalmente nella stessa memoria, sempre a proposito dei laghi lombardi, si legge, pag. 94: *j'ai écrit sur les lieux afin d'avoir des informations plus exactes*. Non è quindi improbabile che tali informazioni siano appunto state chieste a Volta e che la risposta, diretta a Vaucher, sia quella che qui riportiamo. Essa dovrebbe essere allora del 1804 o di poco posteriore [2]).

C. SOMIGLIANA.

« Vous me demandez si le lac de Côme présente le phénomène de flux et reflux que Mr. de Saussure à observé sur le lac de Genève et qu'il décrit dans ses voyages aux Alpes. Je vous dirai donc que rien de semblable ne s'observe ici. Au reste vous jugez très bien que si la cause du phénomène qui a lieu à Ge-

1) Vaucher (Jean-Pierre-Etienne) botaniste suisse, nè à Genève en 1763, mort dans la même ville en 1841. Il embrassa la carrière pastorale, puis ouvrit un pensionnat et devint professeur d'histoire ecclésiastique à l'Académie, dont il fût nommé recteur en 1818. Vaucher s'était ardemment épris à la botanique et il consacrait tous ses loisirs à l'étude de cette science. Il a laissé: *Histoire des conferves d'eau douce* (1803, 1 vol. in 4°; *Monographie des orobanches* (1826); *Histoire physiologique des plantes d'Europe* (Valence, 1804, 4 vol. in 8°); *Souvenirs d'un pasteur genevois* (Genève, 1842).

(Larousse, Grand Dictionaire universel du XIX siècle).

2) Il chiaro Professore E. Sarasin mi scrive ora da Ginevra che egli sta facendo delle ricerche per stabilire se la lettera di Volta fu effettivamente mandata in quella città. Di ciò io gli rendo i più sentiti ringraziamenti.

Digitized by Google

nève est celle que vous croyez, à savoir les pressions inégales de l'athmosphère sur différentes parties de la surface du lac à l'approche de quelque orage ou dans d'autres changements de temps, les bords du lac à Côme, d'où il ne sort aucune rivière ne sont pas propres pour produir un tel flux qui soit sensible. Mais à l'extrémité de l'autre branche de ce même lac à Lecco, où il se retrait beaucoup, il en sort l'Adda; à cet endroit il ressemble donc assez au débouché de votre lac à Genève. Cependant on n'y observe pas le flux et reflux dont il est question; comme on ne l'observe non plus, au moins que je sache, à l'extrémité du lac Majeur près de Sesto, où sort le Tessin.

« Il y a bien un flux et reflux célèbre dans un endroit du lac de Côme appellé la *Pliniana* de la maison de Pline le jeune et de la fontaine qui la traverse, décrite par ce même auteur et par plusieurs autres tant anciens que modernes. C'est d'un tel flux et reflux que parlent les voyageurs (la fontaine de Pline). Les eaux de cette fontaine, ou plutôt torrent, qui sort d'un rocher caverneux, croissent et décroissent considérablement tous les jours à plusieurs reprises tantôt plus et tantôt moins et sans régularité dans leurs periodes. On a imaginé plusieurs causes de ce flux et reflux merveilleux et de ces irrégularités, qui d'ordinaire sont plus grandes dans les changements de temps, mais aucune ne satisfait pleinement. Sans doute la conformation intérieure de la grotte et un arrangement particulier des canaux qui conduisent cette eau contribuent beaucoup au phénomène; il se pourrait même que cette forme et arrangement en fût l'unique et véritable cause, s'il étoit tel qu'il rassemblait en quelque manière à cette combinaison de syphons par laquelle les Physiciens imitent réellement les fontaines intermittentes (ou forment differentes éspèces de diabètes). Mais il parait aussi que les vents y ont beaucoup d'influence; et d'ailleurs les périodes du flux et reflux, dont il s'agit, devroient être plus régulières, s'il étoit produit à la manière des diabètes ou des fontaines intermittentes artificielles.

« Les voyageurs et les écrivains parlent aussi d'un autre flux ou chute d'eau intermittent qui tombe dans le lac de Côme à vingt milles environt de la ville sur la côte orientale et qu'on nomme *Fiume latte*. C'est un gros torrent écumeux qui se précipite d'une montagne et qui ne coule que pendant un mois en-

Digitized by Google

virons vers la fin de l'été, quelque sécheresse qu'il fasse; les autres mois de l'année, malgré des pluies abondantes, son lit reste à sec.

« Ce torrent, comme il paroit aussi par la froideur de ces eaux, doit être produit par la fonte de quelqu'amas de neige qui se trouvant à l'abri des rayons du soleil pendant les premiers mois de l'été, en est frappée seulement vers la fin de cette saison et commence alors seulement à se fondre rapidement.

« Au reste il y a eu plus d'une fois des grands mouvements des eaux du lac produits par quelque cause extraordinaire et violente, des *aquaemoti*, comme nous les appellons, les comparant aux tremblements de terre, de quelles ceux-là ont dû dépendre quelques fois, ou être concomitents. Quelques fois aussi ils ont été occasionnés par des ravins ou éboulements des terrains ou des bancs de sable, par chute dans l'eau même de quelque pièce de montagne, etc.; d'autres fois en fin il a été impossible d'en deviner la cause. Tous ces cas assez rares et accidentels, ne pouvant conduire à aucune découverte de lois naturelles, ne méritent pas une grande attention de la part de l'observateur.

« Voilà les singularités plus remarquables que présente mon lac reserré entre des hautes montagnes, beaucoup plus étroitement que le vôtre. Des observations plus particulières qui concernent, non seulement sa topographie (et sa condition économique) mais aussi l'histoire naturelle, se trouvent dans un ouvrage publié il y a peu d'années par le savant *Abbé Charles Amoretti*, ci-devant Secrétaire de la Société patriotique de Milan et á présent bibliothécaire de l'Ambrosienne, membre de notre Institut national et de plusieurs Académies, sous le titre: *Viaggio ai tre laghi Maggiore, di Lugano e di Como* [1]) avec une bonne carte, ouvrage qui vous aurait beaucoup servi dans vôtre course sur ces lacs et qui pourrait vous servir encore après.

« Pour moi j'ai fait peu d'observation de ce genre. J'en ai fait seulement quelques unes qui regardent la Physique et particulièrement la Météorologie, comme sur la formation des orages qui naissent si fréquemment dans certaines vallées, sur leur periodicité ou retour au même endroit et à la même heure, etc.; et

1) La prima edizione di quest'opera è del 1794.

Digitized by Google

en cherchant à expliquer ces retours, j' ai conçu que la couche d' air dans les heures plus chaudes d' un jour suit le champ de bataille d' un orage; cette couche d' air qui a été occupée par les orages présents devait retenir une certaine disposition pour le devenir aussi demain et les jours suivants. Mais quelle peut être cette disposition, l' orage étant entièrement passé et l' air retourné parfaitement serain le soir, toute la nuit et le matin jusque à midi, comme il arrive souvent? Qu' a-t-elle donc retenu cette couche d' air pour devenir quelques heures après le berceau d' un nouveau orage? a retenu, à ce que je pense, plus ou moins de ce froid extemporain qui s' était emparé des nuages orageux la veille et y avait dominé tout le temps qu' a duré la tempête, froid qu'on doit juger extrêmement intense, puisqu' il est capable de produir la grêle et la produit en effet très-souvent, quoique elle n' arrive pas toujours à terre, se fondant dans sa chute. Or donc cette couche d' air si fortement refroidie conserve beaucoup de cette température jusqu' au jour suivant; voilà donc plus de disposition dans cette place que par tout ailleurs pour la condensation des vapeurs qui s' élèvent en grand quantité dans les heures chaudes de la journée et pour former des nuages qui augmentant de plus en plus deviendront épaisses et noirs et enfin orageux par le concours des autres causes à cela requises, de l' électricité, etc.

« J' ai développé plus amplement ces idées dans un discours que j' ai lu, il y a plusieurs années à une séance de l' Université de Pavie, à l' occasion de conferer le degrée académique à quelques étudiants, et dans un autre discours semblable j' ai taché d' expliquer plus avant d' où peut venir ce froid excessif extemporain qui saisit les nuages orageux dans les régions qui ne sont pas fort élevées au point d' y former la grêle; et comment les premiers rudiments de cette grêle, qui sont des flocons de neige et les graines qui se forment et grossissent par des incrustations et des couches successives de glace solide qui enveloppent ce noyau neigeux, peuvent se soutenir assez longtemps en l' air pour arriver à la grosseur d' une noix et même davantage, comme on en voit quelques fois. J' ai donc attribué ce froid extraordinaire à l' évaporation très grande d' une première couche de nuages par les rayons du soleil qui dardent dessus; à la transformation d' une partie de ce nuage ou amas de vapeurs vessiculai-

Digitized by Google

res en vapeurs élastiques et j' ai vu en ce cas la raison pourquoi la présence du soleil est nécessaire à la formation de la grêle et la saison et les heures où ces rayons ont plus d' activité y sont plus favorables. Les vapeurs élastiques dans lesquelles se transforme par l' action du soleil la partie supérieure du premier nuage, en même temps qu' elles lui enlèvent beaucoup de chaleur se l' appropriant et le rendant latent, emportent aussi beaucoup de fluide électrique au point de lui ôter l' électricité en plus qu' il avait d' origine et même de l' électriser en moins.

« J' ai examiné souvent avec l' hygromètre à cheveu l' humidité du soir et de la nuit sur le lac à différentes distances de terre et j' ai trouvé et constaté que en été et par un temps calme pendant toute la nuit et surtout les premières heures après le coucher du soleil, plus on s' éloigne du rivage et moins l' air est humide: ce que j' ai cru pouvoir expliquer par la chaleur toujours renouvellée que l' eau du lac conserve à sa surface dans ces heures plus que la terre, qui se refroidit promptement surtout où elle est couverte d' herbes et de plantes. Cette chaleur du lac à la surface se communique à l' air qui repose dessus et la raréfiant doit produir un leger vent vertical, ou une colonne d' air ascendent, pour remplacer laquelle y recourra l' air environnant d' en bas et formera ces petits vents de terre, qui règnent en effet dans ces heures. Ces vents frais et humides à mesure qu' ils entrent dans la colonne ascendente chaude, partecipant à cette chaleur, acquériront de la sécheresse, ou pour mieux dire, retrogradent dans l' échelle hygrométrique, attendu que la quantité de vapeur dont ils étaient chargés, fût-elle au maximum, reste de plusieurs degrés inférieure à la quantitè requise pour le maximum de la nouvelle température que prend cet air. On comprend que pour que cette marche vers la sécheresse soit la plus marquée, il faut que le vent de terre, dont je parle, soit très-leger; autrement la grande masse d' air frais et humide arrivée en peu de temps à la même plaçe sur le lac ne peut être échauffée que très-peu et reste par consèquent presque aussi près de l' humidité extrême qu' elle était auparavant. C' est en effet lorsque le vent de terre était insensible, ou presque, que j' ai observé la plus grande différence entre l' humidité de l' air, soit aux bords du lac, soit plus intérieurement dans les terres, et celui sur le lac à une distance considérable

Digitized by Google

du rivage. J' ai vu dans ces circonstances, en m' eloignant de terre en bateau, retrograder l' hygromètre de 92, 95 degrés à 85, 80 et plus encore, à mesure que j' avançais vers le milieu du lac. Survenait il alors des bouffées capables de faire impression sur le visage et de rider la surface de l' eau? chaque fois et tant que duroient ces bouffées l' hygromètre, que j' observait, marchoit de quelques degrés au plus humide.

« J' ai développé plus amplement ces idées dans un discours que j' ai lu il y a plusieurs années à une séance de l'Université de Pavie à l' occasion de conférer le degré académique à quelques candidats. Je les ai cru neuves; peut être elles ne l' étaient pas ou elles ne le sont plus aujourd' hui et d' autres physiciens ont publié des observations et des explications semblables: tant mieux; plus elle seront constatées et confirmées, plus la science y gagnera.

« Une autre observation que j' ai fait il y a bien d' années est celle de la température de l' eau du lac de Côme à des grandes profondeurs, température que j' ai trouvée même vers la fin de l' été à peine 4 ½ degrés au dessus du point de la glace, très à peu près comme Mr. de Saussure avait trouvé celle de l'eau du lac de Genève. C' est une chose bien remarquable que cette basse température, (renouvelée continuellement par une circulation qui se fait des particules fluides qui descendent et cèdent leur place aux plus chaudes qui montent) au fond de nos lacs qui n' arrive pas a 5 degrés, tandis que celle de la mer mediterranée aux mêmes profondeurs, aussi bien que celle de presque tous les puits et des souterrains assez profonds et abrités est entre 9 et 10 d.; et je ne crois pas que les explications qu' on en donnent, puissent satisfaire pleinement.

« Maintenant, quittant le lac et mes anciennes observations qui le regardent, je viens à mes travaux plus récents d' un autre genre, dont vous souhaitez d' être informé. Ne vous attendez pas à des nouvelles découvertes d' importance. Ces travaux et toutes mes recherches se réduisent à peu de chose. Depuis que je vous ai quitté et que j' ai été de retour en patrie, je ne me suis presqu' occupé . . . . . [1]) ».

---

1) La lettera qui è interrotta. A proposito di questo viaggio di Volta ricordiamo che egli fu per non breve tempo a Ginevra nel 1802 di ritorno dal celebre viaggio a Parigi.

Digitized by Google

RECIPROCITÀ NEI FENOMENI MAGNETO-OTTICI.

Ricerche sperimentali del Dott. O. M. CORBINO.

1. Le ultime investigazioni nel campo della elettroottica hanno richiamato l' attenzione su antichi tentativi o su previsioni teoriche riguardanti le azioni reciproche tra la luce e il campo magnetico.

Una di queste previsioni enunciata dal Fitzgerald [1]) e dal Gray [2]), riguardante la possibilità di creare un campo magnetico con la propagazione di un raggio circolare in un mezzo assorbente, aspetta la sanzione sperimentale dai due illustri fisici inglesi, mentre il Prof. Righi [3]), sia richiamando risultati anteriormente ottenuti, sia comunicando l' esito di sue esperienze recenti, ha dimostrato che la previsione stessa non si verifica coi mezzi di cui noi disponiamo.

E così ritorna di attualità il risultato interessantissimo ottenuto dallo Sheldon [4]), la creazione cioè di un campo magnetico per mezzo di un fascio di luce a piano di polarizzazione girante; risultato contro il quale furono sollevate delle obbiezioni, ma che non fu, per quanto è a mia conoscenza, contestato da nuove esperienze che abbian dato esito negativo.

Con le questioni precedentemente ricordate si rilega strettamente un' altra che può essere enunciata così: Data l'azione esercitata da un mezzo trasparente trovantesi in un campo magnetico sulla luce polarizzata che lo attraversa, esiste una reazione della luce sul mezzo magnetizzato tale da modificare, anche lievemente, l' intensità del campo?

In questa Nota vengono comunicate delle esperienze eseguite allo scopo di risolvere tale questione; e delle altre de-

1) Nature, 5 Gennaio 1899, pag. 222.
2) Nature, 16 Febbraio 1899, pag. 367.
3) Rend. Lincei, 8, 5., fasc. 7, pag. 325, 1899.
4) The American Journal of Science, t. 90, p. 196, 1899.

Digitized by Google

stinate a ricercare, in condizioni vantaggiosissime, l' effetto Sheldon. I risultati sono completamente negativi.

§ 1.

2. Se la luce convenientemente polarizzata può creare un campo magnetico attraversando un mezzo assorbente, sembra naturale che possa modificare l' intensità di un campo preesistente qualora il mezzo sia già magnetizzato ; e poichè la proposizione reciproca non è altrettanto legittima, mi è sembrato più conveniente cominciare con la ricerca del secondo fenomeno anzichè con quella del primo.

Allo scopo ho impiegato tre disposizioni sperimentali diverse.

a) In un rocchetto Rumkorff di grandi dimensioni fu tolta la bobina primaria col nucleo di ferro dolce e nella cavità cilindrica risultante fu invece introdotta una canna di vetro circondata da cinque strati di filo attraversabile, per alquanti minuti, da una corrente di 14 ampère. Il tubo, riempito con acqua, era chiuso con due lastrine di vetro fermate da ghiere metalliche; e poteva essere traversato in tutta la sua lunghezza da un fascio di luce solare.

Il secondario del rocchetto aveva un estremo in comunicazione col suolo, l' altro con una coppia di quadranti di un elettrometro avente l' altra coppia e l' ago in comunicazione con la custodia metallica e questa col suolo. L' ago era retto da un semplice filo di bozzolo e privato degli aghetti smorzatori pescanti nell' acido solforico; l' apparecchio era così sensibilissimo e pronto; la differenza di potenziale di 1 volta tra una coppia di quadranti e l' ago produceva una deviazione di dieci divisioni della scala. Potendosi facilmente constatare la deviazione di 1 decimo di divisione poteva essere apprezzata una forza elettromotrice di $^1/_{10}$ di volta.

Levando le comunicazioni con l' elettrometro si faceva passare una corrente di 14 ampère nel rocchetto primario ; ristabilite le comunicazioni l' ago rimaneva perfettamente fermo.

Digitized by Google

Si mandava allora nel tubo il fascio di luce polarizzata rettilineamente o circolarmente e interrotto 300 volte al secondo per mezzo di un disco forato messo in rotazione da un motore elettrico. Se l'illuminazione avesse apportato delle modificazioni alla intensità del campo magnetico si sarebbe prodotta una forza elettromotrice periodicamente variabile al polo isolato del secondario del rocchetto. Invece l'ago non manifestò deviazione sensibile.

Per valutare la sensibilità del metodo sia M il coefficiente di induzione mutua dei due rocchetti interno ed esterno e i l'intensità della corrente nel primario. Sarà

$$\Phi = M\, i$$

il flusso di induzione attraverso al secondario. La forza elettromotrice in esso indotta per una variazione periodica del campo sarà data in valore assoluto da

$$E = \frac{d\Phi}{dt}$$

e quindi indicando con T il periodo di variazione del campo e con $\Delta\Phi$ la variazione massima del flusso

$$E_{media} = \frac{2}{T}\int_0^{\frac{1}{2}T} E\, dt = \frac{2\,\Delta\Phi}{T}$$

Supponendo, in prima approssimazione, che il campo varii sinusoidalmente si ha quindi

$$E_{efficace} = 1{,}1\ E_{media} = \frac{2{,}2\,\Delta\Phi}{T}\ .$$

Chiamiamo S la superficie totale del secondario e H l'intensità *media* del campo; sarà

$$\Phi = M\, i = S\, H$$

cioè indicando con Δ H la variazione del campo corrispondente alla variazione $\Delta\Phi$ del flusso,

$$\frac{\Delta H}{H} = \frac{T}{2{,}2\, M\, i}\, E_{eff.}$$

Digitized by Google

Fu trovato d'altra parte

$$M = \text{henry } 0{,}11$$

cosicchè essendo $^1/_{10}$ di volta la minima forza elettromotrice costante o efficace che poteva essere rivelata dall'elettrometro,

$$T = \frac{1}{300}, \quad \text{e} \quad i = 14 \text{ ampère}$$

si avrà approssimativamente

$$\frac{\Delta H}{H} = \frac{1}{10000}.$$

Quindi la luce non fa variare il campo di $^1/_{10000}$ del suo valore primitivo.

b) In una seconda disposizione sperimentale mi son servito di una grande elettrocalamita tra i poli forati della quale fu disposto un parallepipedo di *flint* pesante circondato da un rocchettino. Questo con una resistenza addizionale di 10 milioni di ohm fu messo in comunicazione con un galvanometro reso balistico. Invertendo il campo nella elettrocalamita il galvanometro accusava una deviazione di 4 divisioni.

Lasciando chiuso il campo si escludeva dal circuito del galvanometro la grande resistenza in modo che la resistenza residua di tutto il circuito fosse di 40 ohm. Per produrre allora uno spostamento dell'ago di 4 divisioni sarebbe bastata una variazione del campo eguale a $\frac{1}{125000}$ del valore di prima. In conseguenza, per i piccoli tremiti del rocchetto, l'ago non manteneva una posizione stabile, e solo in alcuni momenti eccezionali di tranquillità si ottenne che le sue oscillazioni si limitassero in un campo di cinque divisioni. Si approfittò di tali istanti per mandare un fascio solare, polarizzato rettilineamente o circolarmente, nel parallelepipedo; non si potè constatare nessuna variazione nelle escursioni dell'ago; mentre una variazione del campo di $^1/_{100000}$ del suo valore avrebbe prodotto cinque divisioni di spostamento e quindi una perturbazione certo visibile nei movimenti dell'ago.

Digitized by Google

c) Interrompendo periodicamente il fascio luminoso nell'esperienza precedente si sarebbero prodotte, ammessa l'esistenza del fenomeno in questione, correnti alternate nel rocchettino, per la constatazione delle quali mi sarebbe occorso un elettrodinamometro ad alta sensibilità. Non avendo a mia disposizione un tale apparecchio ricorsi al seguente artifizio che può essere utile per svelare correnti alternate debolissime.

Rilegai gli estremi del rocchettino con la bobina interna di un grande rocchetto di Rumkorff, e gli estremi del secondario uno col suolo, l'altro con una coppia di quadranti dell'elettrometro reso come sopra idiostatico.

Il dispositivo è, per debolissime correnti alternate, più sensibile di un telefono. Così, ad esempio, una corda metallica tesa sul sonometro e rilegata al primario, vibrando trasversalmente nel debole campo *residuo* della elettrocalamita dava una deviazione di circa quindici divisioni, mentre nessun suono si produceva rilegandola al telefono.

Nel caso presente sia φ il flusso di induzione attraverso al rocchettino, e si supponga che esso subisca, per la presunta influenza della illuminazione, delle variazioni sinusoidali intorno a un valore medio Φ e con una variazione massima $\Delta\varphi$ cosicchè si possa scrivere

$$\varphi = \Phi + \Delta\varphi \operatorname{sen} \omega t$$

ove è $\omega = 2\pi n$ ed n il numero delle alternazioni. Chiamando e la forza elettromotrice indotta all'istante t avremo

$$e = -\omega \Delta\varphi \cos \omega t$$

e indicando con ρ la resistenza apparente di tutto il circuito e con α lo spostamento di fase tra l'intensità i e la forza elettromotrice e, sarà

$$i = -\frac{\omega}{\rho} \Delta\varphi \cos(\omega t - \alpha) .$$

Sia M il coefficiente di induzione mutua del primario sul secondario del Rumkorff, ed E la forza elettromotrice istantanea agli estremi di quest'ultimo; avremo

$$E = -M\frac{di}{dt} = \frac{M\omega^2}{\rho} \Delta\varphi \operatorname{sen}(\omega t - \alpha)$$

Digitized by Google

e il valore efficace di E sarà

$$E_{eff.} = \frac{M \omega^2 \Delta \phi}{\sqrt{2}\rho}$$

da cui

$$\Delta \phi = \frac{\sqrt{2}\rho E_{eff.}}{M \omega^2} .$$

Chiamando S la superficie totale del rocchettino e ΔH la variazione del campo corrispondente alla variazione $\Delta \phi$ del flusso abbiamo

$$\Delta \phi = S \Delta H$$

e quindi

$$\Delta H = \frac{1}{\rho} \frac{\sqrt{2}\rho E_{eff.}}{M \omega^2} .$$

Il coefficiente di induzione mutua era eguale a 4 henry [1]) e la resistenza apparente ρ, quasi interamente costituita dalla impedenza del circuito, eguale a 150 ohm, e infine la superficie S eguale a circa 1500 cm^2.

La forza elettromotrice va espressa, com'è naturale, in unità assolute C. G. S.; per ρ ed M si può invece adoperare indifferentemente il sistema assoluto o il sistema industriale perchè trovansi l'uno al numeratore l'altro al denominatore e l'unità di tempo è la stessa nei due sistemi.

Essendo la minima forza elettromotrice constatabile $^1/_{10}$ di volt, cioè 10^7 (C. G. S.) si trova come valore della variazione assoluta corrispondente del campo

$$\Delta H = 0{,}087.$$

Ed essendo all'incirca

$$H = 4000$$

1) La determinazione fu fatta per un valore della corrente nel primario tale che il ferro acquistasse la massima permeabilità. Nelle esperienze descritte, con l'impiego di una corrente ausiliaria si mantenne quella tale intensità del campo. Essa, com'è naturale, non impediva la manifestazione delle ricercate correnti indotte, anzi accresceva la sensibilità del metodo.

Digitized by Google

sarà

$$\frac{\Delta H}{H} = \frac{1}{50000}.$$

Il limite di sensibilità è inferiore a quello del metodo precedente; però, data la immobilità assoluta dello zero prima e dopo l'azione della luce il risultato merita forse maggior fiducia.

§ 2.

3. Lo Sheldon, partendo dal concetto che col fenomeno della rotazione magnetica del piano di polarizzazione possa esistere il fenomeno reciproco, tentò di dimostrare sperimentalmente la produzione di un campo magnetico attorno a un raggio di luce a piano di polarizzazione girante. Si servì a tal uopo di un fascio di luce che, riflesso da uno specchietto sotto l'angolo di polarizzazione, attraversava un solenoide.

Allo specchietto faceva eseguire 300 oscillazioni a secondo attorno a un asse opportunamente orientato. Con gli estremi del solenoide aveva rilegato un telefono nel quale ebbe a percepire un suono che egli attribuì a correnti indotte nel solenoide dalle alternazioni del campo magnetico generato dalla luce a piano di polarizzazione oscillante.

A queste esperienze obbiettò giustamente il Gray [1]) che si poteva attribuire il suono avvertito ad effetti fotofonici in conseguenza degli inevitabili spostamenti del raggio riflesso durante le oscillazioni dello specchietto.

Nessuno, ch'io sappia, si è occupato in seguito dell'importante argomento, eccettuato il Prof. Grimaldi [2]) che, incidentalmente, si associò alle obbiezioni del Gray.

4. Intanto è evidente che, se il fenomeno annunziato dallo Sheldon esiste, esso dovrà tanto più facilmente constatarsi quanto maggiore è il numero di giri eseguiti in un secondo dal piano di polarizzazione della luce impiegata, perchè maggiore è l'angolo delle due posizioni del piano di polarizza-

1) Philosoph. Mag., Dicembre 1890, pag. 494.
2) Prolusione al Corso di fisica nella Università di Catania, 1892, pag. 5.

Digitized by Google

zione all' entrata e all' uscita del solenoide. Ne consegue che con un numero di giri assai superiore a 300 la forza elettromotrice indotta in un rocchetto a moltissimi avvolgimenti dovrebbe facilmente potersi constatare o con lo stesso telefono interrompendo periodicamente il raggio luminoso, o con diversi altri mezzi.

Si intende subito però che non è possibile avere più di 300 giri al secondo ricorrendo a polarizzatori giranti [1]). Essendo però riuscito a realizzare una disposizione puramente ottica che permette di aver luce il cui piano di polarizzazione compie parecchi milioni di giri al secondo, me ne son servito per ripetere l' esperienza in questione.

5. È noto che per interferenza di due raggi circolari inversi si ottiene su uno schermo luce polarizzata rettilineamente in direzioni diverse nei diversi punti dello schermo stesso, e precisamente il piano di polarizzazione compie in modo continuo un giro intero per una distanza eguale a quella di due frange nel caso di luce ordinaria: cosicchè le frange si vedono comparire adoperando un analizzatore e si spostano al girare del nicol.

D' altra parte si conoscono diversi dispositivi capaci di produrre su uno schermo con due sorgenti coniugate di luce ordinaria il fenomeno delle frange mobili o dei battimenti luminosi; per esempio si può spostare una delle sorgenti coniugate [2]); cosicchè spostando una di queste in modo tale da produrre movimento di frange e sostituendo a quelle due sorgenti luminose due sorgenti di luce circolare inversa, in ciascun punto dello schermo si avrà luce il cui piano di polarizzazione gira in modo continuo.

La spiegazione del fenomeno risulta più agevole col principio dei battimenti. Ricordiamo anzitutto che l' Airy dimostrò come un fascio di luce il cui piano di polarizzazione giri in modo continuo si può ritenere equivalente alla sovrapposizione

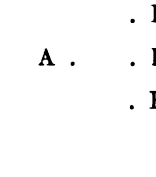
1) Sembra a prima vista che si possa raggiunger lo scopo ricorrendo opportunamente al fenomeno Zeemann; da un attento esame della questione mi è sembrato però che la cosa non è possibile per diverse ragioni che non è qui il caso di esporre.

2) Rendic. Lincei, VIII, 5, 19 Febbraio 1899, p. 171.

Digitized by Google

di due raggi circolari inversi di diverso numero di vibrazioni; e precisamente il numero di giri per minuto secondo fatti dal piano di polarizzazione è uguale alla differenza tra i numeri di vibrazioni per secondo dei due raggi circolari inversi.

Viceversa due raggi circolari inversi *interferibili* e di diverso numero di vibrazioni (N ed $N + n$) equivalgono a un raggio di luce il cui piano di polarizzazione gira in modo continuo compiendo n rotazioni al secondo. E allora siano A e B due immagini coniugate che emettono luce circolare inversa dello stesso numero N di vibrazioni. Comunichiamo a una di esse, per es. a B, un certo movimento per cui si porti in B'. Nel punto M dello schermo si avrà luce il cui piano di polarizzazione, per il principio di Döppler combinato con quello di Airy, compirà un numero di giri eguale a



$$\frac{B\,B'}{\lambda}.$$

E siccome è facile far muovere lo specchio che produce l'immagine B per un piccolo tratto in ragione di qualche metro a secondo, si può far arrivare in M e negli altri punti dello schermo luce il cui piano di polarizzazione faccia alcuni milioni di giri a secondo.

E se si fanno eseguire con quella velocità alla immagine B delle oscillazioni tra B' e B'', il piano di polarizzazione eseguirà corrispondentemente alcuni milioni di giri in un senso e un numero eguale in senso opposto.

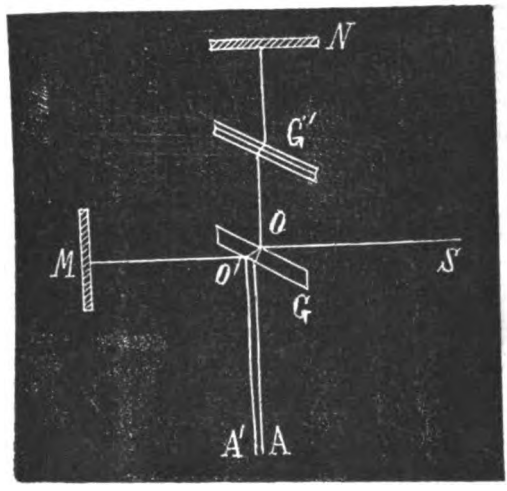
6. Qualunque disposizione sperimentale per cui con luce naturale si abbiano frange mobili può dare adunque luce a piano di polarizzazione girante se i due fasci interferenti sono di luce circolare inversa.

Una disposizione, quantunque non semplice potrebbe essere la seguente.

Come nel refrattometro del Michelson, un fascio di raggi paralleli, proveniente da S, dia luogo in G a due fasci di cui

Digitized by Google

uno, attraversata G′, riflesso dallo specchio N e attraversate G′ e G venga in A; mentre l'altro, rifratto una prima volta



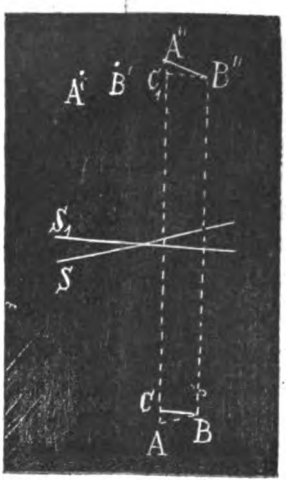
in G, riflesso in M e riflesso nuovamente in G si sovrapponga al primo in O′A′. Polarizzando la luce che viene da S in un piano orizzontale e interponendo due condensatori a tinte piatte si può avere che ciascuno dei due fasci interferenti in direzione O A siano costituiti di luce circolare, l'uno inverso dell'altro e della stessa intensità.

Spariranno allora le frange del Michelson per ricomparire all'occhio armato di un analizzatore. Facendo eseguire a uno degli specchi M o N delle oscillazioni abbastanza rapide con un meccanismo qualsiasi, il fascio emergente sarà costituito da luce a piano di polarizzazione rapidamente girante.

Effettivamente si deve notare che, come con luce naturale non si ha a un dato istante la stessa intensità luminosa in tutti i punti dello schermo, ma si hanno frange oscure e luminose, così con luce circolare inversa la direzione del piano di polarizzazione non sarà, a un istante qualunque, la stessa in tutti i punti dell'onda; ma per la ricerca dell'effetto Sheldon questo non ha nessuna influenza, poichè per ciascun punto dell'onda il piano di polarizzazione compie lo stesso numero di giri nello stesso tempo.

Digitized by Google

7. Non sperando nemmeno di riuscire a superare le difficoltà inerenti al dispositivo descritto, mi son servito, nelle esperienze, di un altro che ne differisce anche nel principio.



La luce proveniente da una lente cilindrica sottile veniva polarizzata orizzontalmente e ricevuta sul biprisma di Fresnel, cui erano addossate le due metà di una lamina di Bravais quarto d' onda, in modo da aversi due immagini coniugate virtuali della sorgente, polarizzate circolarmente in senso inverso.

Da uno specchietto che compiva cinquanta giri a secondo questo fascio emergente era riflesso, con incidenza quasi normale, su uno schermo posto vicino al biprisma. La luce che colpiva questo schermo era a piano di polarizzazione girante.

È facile calcolare il numero di giri applicando il principio di Döppler e quello di Airy.

Siano A e B le due immagini date dal biprisma e da cui emanano raggi circolari inversi.

Lo specchietto mobile, nella posizione S, ne darà due immagini A', B'; nella posizione vicinissima S_1 occupata dopo un tempo τ si avranno due nuove immagini A'' e B''; la differenza tra i numeri di vibrazioni pervenute nel tempo τ in vicinanza di A e B, dov' è lo schermo, sarà

$$N = \frac{2\,A\,C}{\lambda} = \frac{2\,l \operatorname{sen} \theta}{\lambda}$$

ove l indica la distanza A B e θ l' angolo delle due posizioni dello specchio. Indicando con n il numero di giri fatti da questo in un secondo, si ha, avuto riguardo alla piccolezza di θ

$$N = \frac{4\,n\,\pi}{\lambda}\,l\,\tau$$

Digitized by Google

e quindi la differenza tra i numeri di vibrazioni apparenti delle due immagini, per ogni secondo, cioè il numero di giri a secondo del piano di polarizzazione, sarà

$$\frac{N}{\tau} = \frac{4 n \pi}{\lambda} l .$$

Nel caso delle esperienze, essendo $n = 50$ e $d = 1{,}5$ mm., questo numero era quindi circa 2 milioni per secondo [1]).

Allo schermo fu sostituito un rocchetto a moltissimi avvolgimenti. Si regolavano le cose in modo che per una posizione opportuna dello specchietto mobile il fascio riflesso traversasse completamente la cavità interna del rocchetto, nella quale si era collocato un tubo di vetro pieno di solfuro di carbonio; e allora la luce emergente, esaminata con un nicol e l' oculare di Fresnel, dava un sistema di frange ben nette che si spostavano quando si girava il nicol, come si osserva con l' interferenza dei raggi circolari inversi. Senza il nicol la luce emergente non manifestava traccia di frange, tranne delle lievi iridescenze dovute al fatto che la mica produceva il ritardo di $^1/_4$ d' onda solo per la luce gialla.

Lo specchietto era messo in rotazione da un motore a orologeria animato da un peso. Gli estremi del rocchetto erano in comunicazione o con l' elettrometro di Mascart reso idiostatico, o con un telefono ove si sarebbe dovuto sentire un suono corrispondente a 50 vibrazioni doppie, perchè cinquanta volte al secondo dal fascio luminoso girante si sarebbe prodotto entro al rocchetto il campo magnetico.

Le esperienze furono ripetute diverse volte, cambiando il rocchetto, o le distanze. Non si intese mai traccia di suono al telefono nè si osservò alcuna deviazione all' elettrometro, mentre l' effetto avrebbe dovuto essere circa *6000 volte* maggiore di quello trovato dallo Sheldon. Il suono osservato da questo fisico deve attribuirsi dunque, molto probabilmente, a cause disturbatrici.

Palermo, Istituto Fisico della R. Università
Novembre 1899.

1) Evidentemente invece che al biprisma seguito dalla bilamina a quarti d' onda si sarebbe potuto ricorrere al parallelepipedo di quarzo di Fresnel che anch' esso, di una sorgente di luce polarizzata dà due immagini da cui emanano raggi circolari inversi, e ricevere sullo specchietto girante la luce che esce dal parallelepipedo.

Digitized by Google

ENERGIA SPESA DALLE SCARICHE OSCILLATORIE NEI TUBI A VUOTO.

Nota del Dott. GIOVANNI TELESCA [1]).

1. Il comportamento dei tubi rarefatti alle scariche continue od oscillatorie apparisce notevolmente diverso; tantochè è ben noto, ad esempio, che in generale con la scarica continua di una pila essi producono uno spettro diverso da quello che danno con la scarica oscillatoria di un condensatore.

In una notevole memoria Trowbridge e Richard [2]) hanno studiato la resistenza elettrica dei tubi a vuoto nel caso di scariche continue ed oscillatorie, ed hanno mostrato come la resistenza nel primo caso sia enormemente più grande che nel secondo.

Per uno studio più completo dell' argomento appare sommamente importante la determinazione dell' energia assorbita dal tubo nell' uno e nell' altro caso.

Per le scariche continue esistono lavori di G. Wiedemann [3]), E. Wiedemann [4]), Naccari e Bellati [5]) e Paalzow [6]), dai quali risulta che nelle porzioni del tubo discoste dagli elettrodi la quantità di calore sviluppata è proporzionale alla quantità di elettricità, che passa pel tubo stesso.

In un lavoro più recente poi Wiedemann e Schmidt [7]) trovano che l' energia elettrica, calcolata dalla caduta di potenziale e dall' intensità della corrente, viene riottenuta sotto forma di calore, dentro i limiti d' errori d' osservazione, nella colonna luminosa positiva. Ma non si hanno lavori un po'

1) Lavoro eseguito nell' Istituto di Fisica della R. Università di Pisa, diretto dal Prof. A. Battelli.

2) Phil. Mag., Vol. 43, (5), p. 349, 1897.
3) Pogg. Ann., Vol. 158, p. 35, e p. 252, 1876.
4) Wied. Ann., Vol. 10, p. 222, 1880; Vol. 20, p. 756, e p. 790, 1883.
5) Atti Istit. Veneto, (4), 5, p. 32, 1878.
6) Wied. Ann., Vol. 56, p. 276, e p. 700, 1895.
7) Wied. Ann., Vol. 66, p. 321, 1898.

Digitized by Google

estesi e completi per quanto riguarda il calore sviluppato nei tubi dalle scariche oscillatorie.

Esistono veramente delle ricerche di Straub [1]) ed altre di Ångström [2]); ma poichè il lavoro calorimetrico di Straub per scariche di condensatori nei tubi di Geissler e quelle bolometriche di Ångström in tubi attraversati, ora da correnti d'una piccola batteria d'accumulatori, ora da scariche di un rocchetto Ruhmkorff, non danno che una prima idea della differenza d'energia assorbita dai tubi durante le scariche continue od oscillatorie, queste esperienze si mostrano insufficienti per la soluzione del problema che c'interessa.

Perciò ho intrapreso le seguenti ricerche, per determinare il calore sviluppato in tubi portati a rarefazioni via via crescenti, da scariche oscillatorie, quando si faccia variare il potenziale, la quantità di elettricità, il periodo e lo smorzamento.

Presentandosi però troppo complesso un siffatto problema, se lo si affronta direttamente, così in questa prima parte dello studio ho determinato quale sia la quantità di calore sviluppato dalla scarica nei tubi a vuoto, in confronto a quello sviluppato nelle scintille alla pressione ordinaria, e in confronto all'energia spesa nel resto del circuito.

Mentre erano in corso queste mie esperienze, è venuta alla luce una Memoria di Ebert [3]), nella quale egli riferisce i resultati di ricerche fatte sul calore sviluppato nei tubi rarefatti da correnti rapidamente alternate fino a potenziali di 3000 volta.

Il lavoro di Ebert ed il mio, che hanno alcuni punti di contatto, si completano reciprocamente.

2. La disposizione da me usata nelle presenti ricerche, consisteva essenzialmente in un condensatore variabile, caricato in alcune esperienze da un rocchetto di Ruhmkorff, e in altre da una macchina Holtz, il quale si scaricava nel tubo a vuoto disposto convenientemente in un calorimetro. Uno spintero-

1) Inaug. Diss. Zürich, 1890.
2) Vetensk Akad. Forhandl., 6, p. 373, 1891; Wied. Ann., 48, p. 493, 1893.
3) Wied. Ann., 67, p. 609, 1899.

Digitized by Google

metro, inserito nel circuito di scarica, permetteva di variare la distanza esplosiva, e una spirale variabile serviva a cangiare l'autoinduzione.

Il condensatore era formato da diverse bottiglie di Leyda, di cui avevo determinato la capacità, e che potevo facilmente associare in vario modo per ottenere capacità differenti.

Il tubo di scarica era della forma disegnata nella fig. 1, dove è rappresentato in A. I due elettrodi, costituiti da due

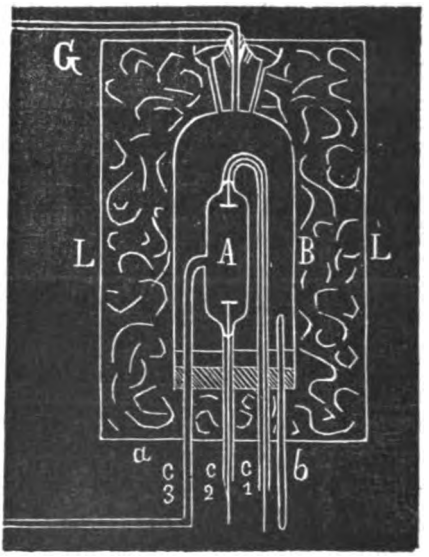


Fig. 1.

dischi di alluminio, erano all'esterno posti in comunicazione con due fili di rame racchiusi entro canne di vetro c_1 c_2, che servivano per stabilire le comunicazioni. Un terzo cannello c_3, comunicante con una pompa Sprengel, permetteva di fare il vuoto nel tubo. Questo era contenuto in una larga canna di vetro B, chiusa inferiormente da un tappo di sughero, attraverso cui passavano a tenuta di liquido i cannelli c_1, c_2, c_3. Superiormente la canna finiva con un collo smerigliato, in cui si adattava l'estremità di un cannello di vetro G, ripiegato orizzontalmente e graduato.

Fra il tubo e la canna era posto del toluolo, il quale giungeva a riempire anche parte del cannello graduato,

Digitized by Google

avendo avuto ogni cura che nell' interno non rimanessero bollicine d' aria. Uno straterello di mercurio, posto internamente sul tappo di sughero, oltre ad assicurare la perfetta tenuta, impediva che il toluolo venisse in contatto col sughero.

Infine una bacchetta *b* di vetro poteva introdursi più o meno nell' interno attraverso il tappo di sughero, permettendo così di spostare a piacere l' indice di toluolo nel cannello graduato.

Tutto l' insieme era posto in una cassetta di legno L, riempita di ovatta. Due piccole finestre di vetro permettevano di osservare in parte il tubo di scarica all' interno.

I tubi adoprati erano del diametro di mm. 16 e della lunghezza di cm. 7,6.

3. Nel circuito, come dissi, trovavasi inoltre uno spinterometro, che collocai dentro un calorimetro ad aria, del Villari, per potere tener conto del calore sviluppato nelle scintille.

Per variare poi l' autoinduzione del circuito, adoprai 5 spirali di filo di rame, eguali fra loro in ogni parte, tranne che nella distanza delle spire. Usate quindi successivamente facevano lo stesso servizio di una sola spirale, che si fosse potuta allungare o accorciare.

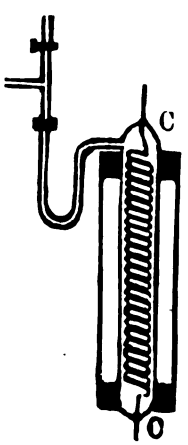


Fig. 2.

Volendo tener conto della quantità di energia da esse assorbita, feci uso di calorimetri a petrolio (fig. 2) consistenti ciascuno in una canna di vetro C C, lunga poco più della relativa spirale, i cui capi eran saldati alle estremità della canna medesima. A questa era pure saldato lateralmente un tubo di vetro piuttosto largo e piegato ad U, in modo che all' estremità libera di esso potevasi acconciamente innestare un cannello capillare graduato e munito di rubinetto. Si riempiva accurata-

Digitized by Google

mente la canna di petrolio distillato, e poi il tubo ad U di mercurio fino ad una certa altezza. Poca quantità di acqua distillata, contenente in soluzione dell' anilina, finiva di riempire il tubo ad U e penetrava nel cannello graduato facendo così da indice. La medesima canna C C a sua volta era racchiusa in un' altra canna più larga pure di vetro, per diminuire, l' irradiamento.

I coefficienti di autoinduzione delle spirali erano rispettivamente 1715, 1930, 2470, 4109 e 4780 cm.

La figura 3 rappresenta l' insieme dell' apparato. M è la macchina di Holtz, sostituita in alcune serie di esperienze

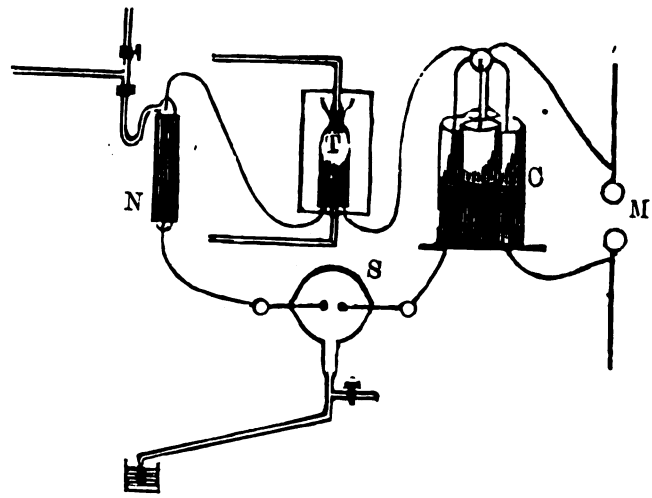


Fig. 3.

dal rocchetto d' induzione. I due poli della macchina sono collegati con le due armature del condensatore C: e nel circuito di scarica di questo sono posti il tubo T, lo spinterometro S, e la spirale N (tutti entro i rispettivi calorimetri).

Regolata la distanza fra le palline dello spinterometro, e fatta la lettura della provetta di Mac Leod annessa alla pompa, mettevo in azione la macchina elettrica, e quindi seguivo le indicazioni dei calorimetri, alle quali apportavo le correzioni

Digitized by Google

dovute all' irraggiamento, dedotto dall' andamento dei calorimetri stessi prima e dopo ogni esperienza.

Durante l' esperienza cercavo che la pressione nel tubo si mantenesse la più costante che m' era possibile, facendo agire di continuo convenientemente la pompa. In ogni caso assumevo, come valore della pressione stessa, la media delle letture fatte in principio e in fine dell' esperienza.

Resultati delle esperienze.

4. Come ho già accennato, era mio scopo di studiare quale fosse l' influenza che avevano sui rapporti tra le quantità di calore svolte nei tre calorimetri, non soltanto la distanza esplosiva e la rarefazione a cui era portato il tubo, ma anche il periodo d' oscillazione e lo smorzamento. I valori del periodo d' oscillazione li ho dedotti dal calcolo, mediante la formula del Thomson.

Così ho fatto per lo smorzamento. Siccome però non avevo modo nè di misurare, nè di calcolare quale fosse il valore vero della resistenza presentata dal tubo e dalla scintilla, nelle esperienze dirette a trovare l' influenza dello smorzamento, ho mantenuto sempre costante la rarefazione del tubo, la distanza esplosiva e il periodo di oscillazione ; e quindi ho creduto che le variazioni della resistenza offerta dal tubo e dalla scintilla nell' aria non fossero grandissime, o almeno tali da farne cangiare l' ordine di grandezza. Perciò quei valori, che ho messi in ciascuna tabella per lo smorzamento, si intenderà che debbano andare moltiplicati per un numero, che in ogni serie di esperienze si mantiene press' a poco costante.

Nelle tabelle seguenti D indica la distanza esplosiva in mm. allo spinterometro, C_p, C_t, C_a, rispettivamente i valori degli spostamenti in mm. nei calorimetri a petrolio, a toluolo e ad aria; C la capacità in microfaraday; L il coefficiente di autoinduzione in cm.; T il periodo d' oscillazione in secondi; δ lo smorzamento ; S il numero delle scintille e P la pressione in mm.

I resultati ottenuti dalle esperienze colla macchina Holtz e col rocchetto erano fra loro concordanti. Riassumo qui i più importanti, notando che essi spesso costituiscono la media di moltissime osservazioni.

Digitized by Google

a) Nelle prime serie s' è mantenuto fissa la capacità, l' autoinduzione e la distanza esplosiva e s' è fatto variare la pressione.

La seguente tabella contiene la media dei risultati.

TABELLA I.

D	C	C_p	C_1	C_2	$\frac{C_1}{C_p}$	$\frac{C_2}{C_p}$	$\frac{C_2}{C_1}$	P	L
3	0,016	$10^1/_2$	$13^1/_2$	$55^1/_2$	1,28	5,28	4,11	4,67	19,30
"	"	11	14	58	1,27	5,27	4,14	4,42	"
"	"	$10^1/_2$	13	54	1,23	5,23	4,23	4,19	"
"	"	11	13	57	1,17	5,18	4,38	3,90	"
"	"	12	13	60	1,08	5,00	4,61	3,70	"
"	"	13	14	65	1,07	5,00	4,64	3,38	"
"	"	$12^1/_2$	13	61	1,01	4,88	4,69	3,19	"
"	"	$12^1/_2$	$12^1/_2$	59	1,00	4,71	4,71	3,10	"
"	"	14	11	61	0,78	4,35	5,54	2,80	"
"	"	14	$9^1/_2$	60	0,70	4,28	6,31	2,32	"
"	"	16	$10^1/_2$	68	0,65	4,25	6,47	1,50	"
"	"	$16^1/_2$	10	68	0,60	4,12	6,80	1,31	"
"	"	17	9	70	0,53	4,11	7,77	1,00	"
"	"	18	9	74	0,50	4,10	8,22	0,90	"
"	"	18	7	74	0,38	4,10	10,57	0,65	"
"	"	$19^1/_2$	7	79	0,36	4,05	11,28	0,50	"
"	"	24	7	82	0,25	3,41	11,71	0,40	"
"	"	$23^1/_2$	$5^1/_2$	80	0,23	3,40	14,54	0,28	"
"	"	24	5	81	0,20	3,37	16,20	0,21	"

Dall' osservazione della tabella si deduce che il rapporto della quantità di calore svolta dalla scintilla nell' aria a quella svolta nel tubo cresce col crescere della rarefazione, mentre invece i rapporti tra le quantità di calore svolte nel tubo e nella scintilla nell' aria a quella svolta nella spirale decrescono entrambi.

b) Ho raccolto in queste seconde tabelle i risultati che mostrano l' influenza esercitata dalla distanza esplosiva. Ho fatto ciò, come si vede, per varie autoinduzioni ed a pressioni diverse.

Digitized by Google

TABELLA II.

D	C_p	C_t	C_a	$\frac{C_t}{C_p}$	$\frac{C_a}{C_p}$	$\frac{C_a}{C_t}$	C	L	P	S	T	δ
1	12,5	40	30	3,20	2,40	0,75	0,008	1930	2,9	280	0,0000007	0,0011
1 1/2	11	30	50	2,72	4,50	1,66	"	"	"	"	"	"
2	14	26	64,5	1,85	4,60	2,48	"	"	"	"	"	"
2 1/2	13,5	20	67	1,48	4,96	3,35	"	"	"	"	"	"
3	13,5	15,5	71	1,14	5,25	4,58	"	"	"	"	"	"
1	15	41	44	2,73	2,93	1,07	"	2470	"	"	0,0000008	0,0010
1 1/2	17	24	64	1,41	3,76	2,62	"	"	"	"	"	"
2	16,5	23	65	1,39	4,00	2,82	"	"	"	"	"	"
2 1/2	16	19	86	1,31	5,37	4,52	"	"	"	"	"	"
3	17	21	96,5	1,23	5,67	4,59	"	"	"	"	"	"
1	19	23	47	1,21	3,05	2,04	0,016	"	1,5	"	0,0000011	0,0008
1 1/2	28	34	100	1,21	3,57	2,64	"	"	"	"	"	"
2	33	23,5	120	0,71	3,63	5,10	"	"	"	"	"	"
2 1/2	35	22,5	129,5	0,64	3,70	5,21	"	"	"	"	"	"
3	36	22	142	0,61	3,94	6,00	"	"	"	"	"	"
1	16,5	28	60	1,69	3,63	2,14	0,008	"	0,4	"	0,0000008	0,0010
1 1/2	23,5	29	144	1,23	5,23	4,95	"	"	"	"	"	"
2	22	24	142,5	1,09	6,47	5,27	"	"	"	"	"	"
2 1/2	21,5	18	151	0,83	7,02	8,38	"	"	"	"	"	"
3	22,5	15	150	0,66	7,11	10,66	"	"	"	"	"	"

Il rapporto della quantità di calore svolta dalla scintilla nell' aria a quella nel tubo cresce con la distanza esplosiva; così pure cresce il rapporto fra le quantità di calore sviluppate rispettivanente nella scintilla e nella spirale, mentre decresce il rapporto tra la quantità di calore svolta nel tubo e quella nella spirale; e ciò per tutte le rarefazioni e per tutte le autoinduzioni usate nelle mie esperienze.

Digitized by Google

c) In ciascuna delle tabelline seguenti sono contenuti i risultati delle esperienze in cui variava l'autoinduzione e rimanevano costanti le altre condizioni.

TABELLA III.

D	C_p	C_t	C_a	$\frac{C_t}{C_p}$	$\frac{C_a}{C_p}$	$\frac{C_a}{C_t}$	C	L	P	S	T	δ
3	10	6	62	0,60	6,20	10,33	0,024	1715	0,8	90	0,0000012	0,0013
„	9	4,5	66	0,50	7,32	14,66	„	1930	„	„	0,0000013	0,0011
„	$9^1/_2$	4	87	0,42	9,15	21,75	„	2470	„	„	0,0000015	0,0010
„	$9^1/_2$	4	89	0,42	9,36	22,22	„	4780	„	„	0,0000020	0,0007
„	9,5	9	88	0,94	9,26	9,77	0,016	1715	„	„	0,00000100	0,0011
„	7,5	6	76	0,80	10,13	12,66	„	1930	„	„	0,00000105	0,0010
„	8	6	85	0,76	10,62	14,16	„	2470	„	„	0,0000011	0,0008
„	8	6	92	0,75	11,50	15,33	„	4780	„	„	0,0000016	0,0006
„	8	12,5	98	1,56	12,00	7,84	0,008	1715	„	„	0,0000006	0,00075
„	7,5	11	94	1,46	12,53	8,54	„	1930	„	„	0,0000007	0,0007
„	8	11	114	1,37	14,25	10,36	„	2470	„	„	0,0000008	0,0006
„	8,5	10	123	1,17	14,47	12,30	„	4780	„	„	0,0000011	0,0004

Adunque facendo variare il periodo d'oscillazione col mutare della sola autoinduzione del circuito, il rapporto della quantità di calore svolta dallá scintilla nell'aria a quella nel tubo rarefatto cresce col crescere del periodo d'oscillazione; così pure cresce $\frac{C_a}{C_p}$, mentre diminuisce $\frac{C_t}{C_p}$.

d) Nelle esperienze riportate quì sotto s'è fatta variare la sola capacità del condensatore: ciò venne fatto per due valori diversi dell'autoinduzione del circuito.

Digitized by Google

TABELLA IV.

D	C_p	C_t	C_a	$\frac{C_t}{C_p}$	$\frac{C_a}{C_p}$	$\frac{C_a}{C_t}$	C	L	T	ϑ	P	S
3	8	10	120	1,25	15,00	12,00	0,008	1715	0,0000006	0,0007	0,5	90
„	8,5	6	92	0,70	10,82	15,33	0,016	„	0,0000010	0,0011	„	„
„	10,5	5	89	0,47	8,47	17,80	0,021	„	0,0000012	0,0013	„	„
„	11,8	4,7	84	0,39	7,11	17,87	0,032	„	0,0000013	0,0015	„	„
„	13,6	4,5	82	0,33	6,02	18,22	0,040	„	0,0000015	0,0016	„	„
3	10	8	91	0,80	9,10	11,37	0,008	4780	0,0000011	0,0004	0,5	90
„	11,5	6,5	89	0,56	7,73	13,79	0,016	„	0,0000016	0,0006	„	„
„	13,3	6	85	0,45	6,39	14,16	0,021	„	0,0000020	0,0007	„	„
„	14,0	4,5	81	0,32	5,78	18,00	0,032	„	0,0000023	0,0008	„	„
„	16,2	4	77	0,24	4,69	19,25	0,040	„	0,0000027	0,0010	„	„

La tabella dimostra che anche quando si fa variare il periodo d' oscillazione mantenendo fissa l' autoinduzione e variando invece la capacità, i rapporti fra le quantità di calore svolte nei vari apparecchi cambiano nello stesso modo di quando si muta l' autoinduzione mantenendo fissa la capacità, fatta eccezione del rapporto tra la quantità di calore svolta dalla scintilla nell' aria e quella nel circuito metallico, giacchè esso cresce col crescere dell' autoinduzione, mentre invece decresce col crescere della capacità.

e) Infine ho messo insieme i risultati di quando le oscillazioni della scarica avevano lo stesso periodo, ma diverso smorzamento; e poi quelli in cui le oscillazioni di vario periodo avevano lo stesso smorzamento.

Digitized by Google

TABELLA V.

D	C_p	C_t	C_a	$\frac{C_t}{C_p}$	$\frac{C_a}{C_p}$	$\frac{C_a}{C_t}$	C	L	T	δ	P	S
3	8,1	7,5	25.5	0,92	3,14	3,40	0,080	4780	0,0000037	0,0014	1,31	90
„	9	7,2	28	0,80	3,00	3,88	0,096	4109	„	0,0017	„	„
„	11,2	6,9	30,5	0,61	2,72	4,42	0,155	2470	„	0,0028	„	„
„	13	6,2	34,5	0,47	2,65	5,56	0,200	1930	„	0,0036	„	„
„	14,3	5,5	37	0,38	2,58	6,72	0,224	1715	„	0,0039	„	„
3	11,5	6,8	51	0,58	4,43	7,50	0,080	1715	0,0000018	0,0024	1,31	90
„	12,3	6,3	49	0,51	3,98	7,77	0,088	1930	0,0000025	„	„	„
„	12.9	5,2	42	0,40	3,25	8,07	0,116	2470	0,0000031	„	„	„
„	13,2	5	40,5	0,37	3,06	8.10	0,192	4109	0,0000050	„	„	„
„	13,7	4,5	39,3	0,32	2,86	8,73	0,224	4780	0,0000062	„	„	„

Dalla prima di queste tabelle risulta, che col mantenere fisso il periodo d' oscillazione il rapporto della quantità di calore svolta dalla scintilla nell' aria a quella svolta nel tubo cresce col crescere dello smorzamento, mentre gli altri due rapporti decrescono entrambi.

Dalla seconda tabella si rileva che mantenendo fisso lo smorzamento, il rapporto della quantità di calore svolta dalla scintilla nell' aria, a quella svolta nel tubo rarefatto cresce col crescere del periodo, mentre gli altri due decrescono.

Conclusioni generali.

Le precedenti esperienze m' inducono a concludere:

1° Il valore del rapporto $\frac{C_a}{C_t}$ della quantità di calore svolta nella scintilla ordinaria a quella svolta nel tubo a vuoto, a parità delle altre condizioni, cresce col crescere della rarefazione nel tubo stesso e coll' aumentare della distanza esplosiva, del periodo d' oscillazione e dello smorzamento.

2° Il valore del rapporto fra la quantità di calore svolta nel tubo e quella nel circuito metallico decresce invece, a pa-

Digitized by Google

rità di tutte le altre condizioni, col crescere della rarefazione, della distanza esplosiva, dello smorzamento e del periodo d' oscillazione.

3° Il rapporto fra la quantità di calore svolta nella scintilla a quella svolta nel circuito metallico diminuisce col crescere della rarefazione, della capacità, dello smorzamento e del periodo d' oscillazione, mentre aumenta col crescere della distanza esplosiva e dell' autoinduzione.

Dall' Istituto di Fisica della R. Università di Pisa,
Novembre 1899.

SUL COMPORTAMENTO DI ALCUNI CORPI PORTATI AD ELEVATA TEMPERATURA RISPETTO AI RAGGI X.

Comunicazione del Prof. A. VOLTA

fatta alla Società Italiana di Fisica nel Settembre 1899.

Le attuali esperienze mi furono suggerite dalla osservazione fattami lo scorso anno dall' esimio Prof. Róiti e pubblicata in fine della mia comunicazione su questo stesso argomento [1]), e dal dubbio che il riscaldarsi della patina fotografica avrebbe per avventura potuto influire sulla sua sensibilità. Questo dubbio mi venne espresso gentilmente in via privata dai signori Malagoli e Bonacini ma già era nato anche in me, come dichiarai nella mia prima comunicazione, sebbene non l' avessi con istudio speciale appurato.

Circa il primo fatto, faccio rilevare che il processo attinometrico, cioè di una semplice e diretta osservazione, mal si presta a far conoscere piccole differenze nei poteri criptoscopici delle sostanze sottoposte all' esperienza; il processo fotografico io lo ritengo quindi migliore, perchè posso aumentare la durata di posa e per quel tempo che più si conviene. Questa, infatti, potei constatare, vuol essere meno prolungata nelle esperienze sulla trasmissione che in quelle sulla diffusione, trat-

1) Veggasi Nuovo Cimento, fasc. di Ottobre 1898.

Digitized by Google

tandosi nel primo caso di raggi primari e nel secondo di raggi secondari: poi vuolsi aver riguardo alla trasparenza, allo spessore del corpo sperimentato, all' efficacia del tubo *focus*.

Una durata di posa troppo prolungata o la grande trasparenza annulla ogni differenza di impressione: una troppo breve o la piccola trasparenza non permette che si renda riconoscibile anche nel caso più favorevole: per tutte queste circostanze e perchè vuolsi usar lamine diversamente spesse secondo le sostanze, non si ha mai una vera comparabilità nei risultati di esperienze diverse.

Ritenuto che il processo fotografico presenta se non altro il carattere della squisitezza se ben adoperato; studiai prima l' influenza dello scaldamento della patina fotografica sulla sua sensibilità: a questo scopo incassavo la lamina in una teca a doppio fondo, attraverso l' intercapedine della quale facevo circolare acqua alla voluta temperatura; le esperienze venivano fatte sempre col metodo di comparazione. Ebbi che per diretta radiazione rontghiana a 50° circa la lamina fotografica comincia ad essere impressionata più di quella di confronto: mentre a temperature più basse si comportano egualmente quella più calda e la fredda: invece per radiazione secondaria la differenza era nulla fino a 60° di scaldamento della lamina fotografica: ciò forse in causa delle minor penetrabilità dei raggi secondari. Non potei sperimentare a temperature più elevate essendosi rotto il termosifone.

In seguito a ciò ripetei le esperienze dello scorso anno uscendo pellicole invece di lastre fotografiche in vetro; le applicai a lamine di alluminio e le disposi nella teca a circolazione d' acqua sempre fredda: l' alluminio rendeva meno squisita la pellicola, ma evitava la azione di riflessione dei raggi penetrabili, che sarebbe mancata per le sostanze a raggi poco penetrabili.

Si sperimentò, colle opportune attenzioni circa le durate di posa, sul platino, sul carbone e sulla mica: scelsi quest'ultima in luogo della steatite usata lo scorso anno, perchè più facile a ridursi in lamine sottili; infatti potei preparar lamine uniformi dello spessore di mm. 0,2.

Digitized by Google

Le esperienze per diffusione dei raggi X sulle tre citate sostanze corrisposero ai risultati già esposti a questa Società. Quelle sui raggi trasmessi, poichè lo scorso anno aveano lasciata molta incertezza; mi occuparono più specialmente, tanto più che si trattava di ben assicurarsi che l'azione dello scaldamento della sostanza contrariasse la facoltà trasmettente poichè ne aumentava la diffusiva. La difficoltà dell'esperimento quì poi diventava maggiore perchè lo scaldamento della patina già più efficace in questo che nell'altro caso, operava nel senso di mascherar l'effetto che si attendeva dall'esperienza.

Col carbone usai lamine spesse mm. 2 e posa breve e riescii qualche volta ad ottener men marcata l'impressione pei raggi dal carbone incandescente; nè mai avvenne il contrario: risultato questo molto eloquente. La mica si comportò analogamente in seguito a pose alquanto più lunghe cioè di 10 minuti circa. In tutte queste esperienze mi aiutò l'egregio sig. Faustino Anderloni che godo ricordare e ringraziare.

Da quanto precede credo di poter concludere:

— le esperienze dello scorso anno sono attendibili;

— lo scaldamento della patina fotografica quantunque modifichi la sua sensibilità specialmente per i raggi trasmessi, come giustamente dubitarono i signori Malagoli e Bonacini, non arriva ad infirmare i risultati quando si usino le opportune precauzioni;

— Questa influenza della temperatura sulle proprietà criptoscopiche delle sostanze merita un completo studio.

SUL COMPORTAMENTO DEI CORPI NELLA TRASFORMAZIONE DEI RAGGI RÖNTGEN.

(Risposta al Signor G. SAGNAC)

di R. MALAGOLI *e* C. BONACINI.

In seguito alla pubblicazione nell'*Eclairage électrique* (30 Settembre 1899) della nostra Nota « sul comportamento dei corpi nella trasformazione dei raggi Röntgen », che già era apparsa nel fascicolo di Aprile di questo giornale, il Sig. Sagnac indirizza all'*Eclairage* una lettera, inserita nel numero

Digitized by Google

del 21 Ottobre u. s., in cui egli senza entrare nel merito della questione, si limita a delle affermazioni generiche sui nostri lavori, che non ci sembrano affatto giustificate.

Cominciamo col respingere sdegnosamente l' accusa che egli ci fa di malafede nel citare i suoi lavori. Potremo ammettere tutt' al più, (se gli fa piacere) che il cambiamento, innegabile, nelle sue idee sulla trasformazione dei raggi X da parte dei corpi, più che alla comparsa dei nostri lavori si debba attribuire alla evidenza dei fatti, da lui stesso esaminati in seguito.

Quanto al resto, noi ci crediamo in diritto di meravigliarci:

α) che il Sagnac tenti di far passare i nostri lavori come ispirati alla semplice idea di controllare i suoi risultati, mentre le nostre Note del 1898 prendono le mosse *e solo*, dal nostro lavoro apparso pure ai Lincei nell'Aprile 1896, *anteriore a tutti i lavori di Sagnac* sull' argomento, e formante colle altre un complesso sistematico di ricerche;

β) che egli insista oggi a far menzione solo delle nostre esperienze del 1898, mentre scopo principale dell' ultima nostra pubblicazione era appunto di rendere noti i risultati di *tutta una serie di esperienze nuove*, confermanti le stesse idee;

γ) che egli possa supporre che noi ignoriamo le sue esperienze fatte col metodo radiografico, mentre nell' ultima nostra Nota noi rivendichiamo fra l' altro una nostra priorità in proposito! (pag. 487, *Eclair.*, 30 Settembre 1899);

δ) che infine egli seguiti a farci carico di esserci limitati a *des simples expériences de radiographie*, quando abbiamo già ampiamente chiarita la ragione della *voluta* preferenza per questo metodo, ed abbiamo anzi messo in mostra le ragioni per cui agli altri sperimentatori, ed al Sagnac, il metodo stesso non offriva sicurezza di risultati, almeno per la questione speciale studiata.

Nessuna dunque delle critiche attuali, come già le precedenti (*Eclairage électrique*, 15 Gennaio 1899), fatteci dal Sagnac, colpisce i risultati delle nostre esperienze, nè le nostre deduzioni.

Modena, 5 Novembre 1899.

Digitized by Google

ANOMALIA DELL' ATTRITO INTERNO DELL' ACQUA IN PROSSIMITÀ AI 4 GRADI.

Nota del Dott. G. PACHER [1]).

1. Pochi anni or sono il Lussana [2]) studiando la resistenza elettrica delle soluzioni acquose in vicinanza al loro massimo di densità, riscontrò in essa un comportamento anomalo, e precisamente trovò che la curva che rappresenta la variazione della resistenza colla temperatura è dotata verso il massimo di densità di un flesso che non permette di esprimere la resistenza in funzione della temperatura per mezzo di una relazione del 2° grado.

Il lavoro del Lussana venne impugnato dal sig. Deguisne [3]) il quale basandosi su esperienze sue e su altre eseguite in antecedenza dal Kohlrausch e Heydweiller negò in via assoluta la esistenza del flesso suaccennato.

Il Lussana ribattè le obbiezioni sollevate dal Deguisne e sostenne la esattezza delle sue osservazioni che trovò confermate per via indiretta da altre esperienze.

Un fenomeno che è intimamente collegato colla resistenza elettrica delle soluzioni è, come si sa, l' attrito interno. Esperienze eseguite da diversi sperimentatori hanno dimostrato che il coefficiente di temperatura della resistenza delle soluzioni e quello dell' attrito interno hanno un andamento eguale, di guisa che conoscendo il modo con cui varia l' uno si può, direi quasi a priori, stabilire il modo di variazione dell' altro.

In base a questa relazione, se la resistenza elettrica delle soluzioni rappresenta effettivamente una anomalia verso il massimo di densità, è da aspettarsi che una anomalia del tutto analoga si verifichi alla stessa temperatura anche per l' attrito interno.

1) Dagli Atti del R. Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti. Anno accademico 1898-99, Tomo 58, parte seconda, p. 784 a 814. — Lavoro eseguito nell' Istituto di Fisica della Università di Padova.

2) Atti del R. Istituto Veneto. Tomo 4, serie 7, p. 1466, 1893.

3) Wiedemann Annalen. Vol. 52, p. 604, 1895.

Digitized by Google

Fino dall' epoca in cui si iniziò la polemica sul lavoro del Lussana mi era sembrato interessante di eseguire uno studio dettagliato dell' attrito interno dell' acqua e delle soluzioni acquose in vicinanza alla temperatura del loro massimo di densità, per vedere se l' anomalia summenzionata esisteva e m' ero proposto di farlo appena ne avessi avuto il tempo.

Ora ho completato le misure relative all' acqua e sono giunto a risultati che mi sembrano di qualche interesse e che quì riferisco.

2. Il metodo di misura adottato nelle mie esperienze è quello di efflusso attraverso a tubi capillari. L' insieme degli apparecchi adoprati è disegnato nella figura 1 della tavola II che è unita a questa nota. La chiarezza della figura mi sembra sufficiente per dispensarmi dal descrivere, dettagliatamente le singole parti. Mi limiterò solo a dire che le boccie comunicanti L M, ripiene per metà di acqua, costituiscono l' apparecchio di compressione destinato a far muovere il liquido nei tubi capillari; il grande recipiente E F della capacità di circa 50 litri, pieno di acqua, rappresenta il bagno a temperatura costante; *p q* è una grande provetta di vetro che pesca nel bagno, essa è riempita di acqua e contiene i tubi di efflusso.

Questi ultimi sono due tubi capillari di vetro *a* e *b* (vedi figura 2) di eguale lunghezza e raggio posti verticalmente uno di fianco all' altro; essi sono riuniti inferiormente da un tubo C del diametro di 5 o 6 mm. e sono sormontati da due bulbi A e B i quali si prolungano in alto in due cannelli *d* ed *e* alti 30 cm. e larghi 1 cm.

Le bocche di questi cannelli sono chiuse da due tappi di gomma R e S attraversati ciascuno da un tubo di vetro munito di robinetto; a 5 o 6 cm. dalla estremità superiore dei cannelli, *d* ed *e* sono saldati ad essi in direzione orizzontale e dalla stessa parte due altri cannelli *g* e *h* i quali per mezzo di un tubo di gomma sono collegati a due rami differenti di un robinetto a tre vie T il cui terzo ramo comunica coll' apparecchio di compressione (vedi fig. 1). Il bulbo A è munito di due strozzature una in alto e l' altra in basso, sulle quali è stato inciso tutto in giro coll' acido fluoridrico un sottile

Digitized by Google

segno che serve da tacca di riferimento durante l' efflusso del liquido. Manovrando opportunamente i robinetti R, S e T è possibile senza inconvenienti, lasciando i tubi di efflusso sempre nella stessa posizione far passare il liquido da un tubo all' altro e viceversa, ed eseguire senza interruzione più misure del coefficiente di attrito una dietro l' altra.

La disposizione dei tubi capillari testè descritta l' ho preferita a quella solita del tubo orizzontale perchè in essa il sistema dei tubi è più maneggevole, meno ingombrante, e si può con maggior facilità agitarvi attorno il liquido del bagno.

Gli apparecchi di efflusso che mi hanno servito per le esperienze li ho costruiti da me con vetro facilmente fusibile; i tubi capillari li ho scelti con cura esaminandoli al microscopio e scartando tutti quelli che presentavano qualche piccola macchia interna o qualche irregolarità nella sezione. Prima di saldare insieme le diverse parti le ho lavate successivamente con acido nitrico, acqua abbondante e alcool, le ho asciugate ed ho ripetuto il lavaggio e l' asciugamento dopo la saldatura.

La capacità del bulbo A tra le due strozzature, ed il raggio dei tubi capillari li ho misurati riempiendo il bulbo ed i tubi, prima di saldarli insieme, con mercurio distillato, e facendo quindi delle pesate.

La lunghezza dei tubi capillari l' ho determinata per mezzo di un catetometro.

Durante le esperienze ho cercato con ogni cura che la temperatura del bagno rimanesse costante; esercitando un' attiva sorveglianza mi fu possibile per ore intiere avere la temperatura costante entro il cinquantesimo di grado.

I termometri che ho adoprato per misurare le temperature del bagno sono tutti a decimi, essi vennero in precedenza diligentemente studiati e per ciascuno ho costruito la curva di correzione.

Il tempo impiegato dall' acqua dei tubi per passare da un segno all' altro del bulbo A l' ho misurato servendomi di un cronografo con due indici a scatto, uno dei quali registrava su apposito quadrante i minuti primi e l' altro i quinti di minuto secondo. Il regolare andamento del cronografo veniva

Digitized by Google

controllato continuamente confrontandone le indicazioni con quelle di un ottimo pendolo di noto andamento.

La pressione che determina il movimento dell' acqua nei tubi di efflusso la leggevo coll' aiuto di un catetometro su un manometro ad aria libera a mercurio che comunicava colla boccia M dell' apparecchio di compressione (vedi fig. 1). Ogni lettura di pressione fu opportunamente corretta e ridotta a 0.

3. Le misure dell' attrito interno dei liquidi col metodo di Poiseuille vengono comunemente eseguite con un solo tubo capillare orizzontale, e la formula di Poiseuille si applica in generale a questa disposizione; si dimostra però facilmente che questa formula vale anche pel caso in cui l' apparecchio di efflusso abbia la forma ch' io ho adottata.

I valori del coefficiente di attrito dell' acqua da me determinati, li ho espressi in unità assolute e li ho calcolati per mezzo della formula

$$\eta = \frac{\pi \, P \, . \, 13{,}59 \, . \, 980{,}59 \, . \, r^4 \, . \, t}{8 \, V \, l}$$

in cui π rappresenta il rapporto della circonferenza al diametro, P la pressione in cm., ridotta a 0°, 13,59 è il peso specifico a 0° del mercurio, 980,59 l' accelerazione della gravità a Padova, t il tempo di efflusso, V la capacità del bulbo, r il raggio dei tubi capillari, l la loro lunghezza.

Ho eseguito tre serie di misure con tre apparecchi di efflusso di differenti dimensioni. I risultati ottenuti sono riassunti nella tabella sottostante, in cui i singoli valori di η rappresentano la media dei valori di almeno quattro esperienze. I numeri fra parentesi a destra delle η indicano l' ordine nel quale le η furono determinate.

L' acqua adoprata per le misure l' ho distillata due volte, una in un alambicco di stagno l' altra in palloni di vetro di Jena.

Le due prime serie furono eseguite una di seguito all' altra durante l' inverno, la terza a sei mesi di distanza dalle altre due.

Digitized by Google

Tabella riassuntiva
dei valori di η trovati nelle tre serie di misure.

1ª SERIE. V_0=cm³9,76072 l_0=cm.36,936 r_0=cm.0,016301			2ª SERIE. V_0=cm³9,6830 l_0=cm.31,787 r_0=cm.0,011793			3ª SERIE. V_0=cm³8,5509 l_0=cm.46,37 r_0=cm.0,019625		
Temper.	η in unità C. G. S.		Temper.	η in unità C. G. S.		Temper.	η in unità C. G. S.	
0°,89	0,017514	(5)	0°,60	0,017524	(10)	1°,33	0,017092	(20)
1,55	17152	(29)	1,21	17150	(24)	2,10	16686	(7)
2,04	16866	(8)	1,60	16973	(22)	2,51	16439	(15)
2,44	16630	(22)	1,97	16740	(11)	2,95	16183	(14)
3,09	16268	(9)	2,52	16438	(27)	2,96	16166	(1)
3,56	16033	(20)	3,04	16160	(8)	3,23	16038	(3)
3,82	15887	(27)	3,55	15898	(16)	3,35	15992	(22)
4,09	15754	(10)	3,81	15751	(28)	3,46	15913	(19)
4,34	15662	(24)	4,18	15581	(12)	3,55	15905	(23)
4,43	15590	(30)	4,37	15487	(14)	3,64	15864	(10)
4,56	15563	(15)	4,50	15409	(25)	3,72	15815	(24)
4,73	15464	(28)	4,62	15371	(13)	3,82	15767	(18)
4,77	15431	(26)	4,74	15286	(26)	4,05	15644	(5)
4,92	15362	(23)	4,88	15217	(5)	4,32	15493	(13)
5,11	15292	(4)	4,90	15236	(21)	4,63	15377	(9)
5,41	15124	(25)	5,07	15123	(4)	4,80	15261	(16)
5,61	15019	(14)	5,12	15113	(17)	5,15	15111	(6)
5,97	14857	(12)	5,38	15009	(15)	5,67	14842	(11)
6,60	14590	(19)	5,56	14906	(7)	6,09	14657	(21)
7,08	14359	(13)	5,89	14756	(6)	6,13	14661	(2)
7,87	14038	(7)	6,32	14552	(23)	6,61	14425	(12)
8,96	13592	(11)	6,73	14380	(9)	7,10	14209	(8)
10,00	13162	(3)	7,35	14132	(20)	7,70	13960	(17)
10,91	12858	(21)	7,86	13887	(2)	8,23	13738	(4)
11,87	12485	(6)	8,31	13733	(19)			
13,78	11881	(16)	8,83	13492	(3)			
14,99	11476	(1)	9,27	13337	(1)			
17,77	10710	(18)						
20,10	10100	(2)						
25,09	08994	(17)						

Coi dati della tabella precedente ho costruito le curve che rappresentano l' attrito interno in funzione della temperatura. Da esse si scorge subito, cosa questa ben nota, che l' *attrito dell' acqua cresce sempre col diminuire della temperatura;* ma un altro fatto nuovo apparisce, e cioè che *la velocità di variazione non è costante dai 10° a 0° nè varia in modo uniforme. Essa cresce prima lentamente dai 10° ai 7, più rapidamente dai 7° ai 5°, quindi torna a crescere adagio*

Digitized by Google

fino a circa 4° e ripiglia una ascesa rimarchevole fino a circa i 2°; dai 2° in poi resta costante.

Questo andamento irregolare si rende manifesto nelle curve con un leggiero flesso dai 3° ai 5°.

Onde fare risaltare in modo spiccato questa anomalia ho ricavato dalle tre curve di decimo in decimo di grado da 1° a 8° i valori di η e con questi ho poi calcolato di decimo in decimo il coefficiente medio di temperatura del coefficiente di attrito, rappresentato tra due temperature t_2 t_1 dalla espressione

$$\alpha = \frac{\eta t_2 - \eta t_1}{\eta t_1 (t_2 - t_1)}$$

Coi valori di questi coefficienti che per essere stati calcolati per intervalli molto corti di temperatura entro i quali η si può considerare come funzione lineare di t, si possono ritenere i coefficienti veri di temperatura, ho costruito tre altre curve che sono quelle riprodotte dai 2°,4 ai 6°,4 nell' ultima figura della tavola, prendendo per ascisse le temperature e per ordinate i valori di η.

Queste curve mostrano assai chiaramente che il coefficiente di temperatura di η, presenta per il caso dell' acqua tra i 3 e i 6 gradi un massimo ed un minimo, e precisamente per la prima serie il massimo risulta a 4°,35 ed il minimo a 5°, per la seconda serie il massimo è a 4°,45 ed il minimo a 4°,76, per la terza il massimo apparisce a 3°,55 ed il minimo a 4°,1 [1]). I valori medi di queste temperature sono per il massimo a 4°,15 e per il minimo a 4°,62.

Nella tabella II sono riportati i valori di η per tutte tre le serie di decimo in decimo di grado da 1° a 8°, le differenze tra i valori successivi di η, ed i coefficienti α che hanno servito per la costruzione delle tre curve suaccennate.

1) I risultati dell' ultima serie, quantunque confermino in modo non dubbio la esistenza del massimo e del minimo del coefficiente di temperatura di η non concordano molto con quelli delle serie precedenti per quanto riguarda le temperature alle quali detti massimo e minimo si presentano. Le differenze che si riscontrano si devono attribuire sopratutto al fatto che la terza serie di misure fu eseguita con acqua distillata che avea soggiornato per più che un anno in una boccia di vetro ed avea perciò subito molto probabilmente qualche alterazione.

Digitized by Google

TABELLA II.

Valori di η e del suo coefficiente vero di temperatura da 1° a 8° dedotti di decimo in decimo di grado dalle curve costruite coi dati della tabella precedente.

Temperatura	1ª SERIE.			2ª SERIE.			3ª SERIE.		
	η in unità C. G. S.	$\eta_{t_2} - \eta_{t_1}$	α	η in unità C. G. S.	$\eta_{t_2} - \eta_{t_1}$	α	η in unità C. G. S.	$\eta_{t_2} - \eta_{t_1}$	α
1,0°	0,017461	−0,000058	−0,033	0,017296	−0,000058	−0,033	0,0017290	−0,000057	−0,033
1	403	57	33	238	57	33	233	57	33
2	346	57	33	181	56	32	176	57	33
3	289	58	33	125	57	33	119	56	33
4	231	57	33	069	57	33	063	56	33
5	174	58	34	012	56	33	007	57	33
6	116	57	33	0,016956	56	33	0,0016950	57	34
7	059	58	34	900	57	34	893	56	33
8	001	57	33	843	56	33	837	57	34
9	0,016944	58	34	787	56	33	780	56	33
2,0	886	57	34	731	55	33	724	57	34
1	829	57	34	676	56	33	667	56	34
2	772	56	33	620	55	33	611	57	34
3	716	57	34	565	55	33	554	56	34
4	659	56	34	510	54	33	498	57	34
5	603	57	34	456	55	33	441	56	34
6	546	56	34	401	55	33	385	56	34
7	490	56	34	346	54	33	329	55	34
8	434	55	33	292	55	34	274	55	34
9	379	56	34	237	55	34	219	55	34
3,0	323	55	34	182	54	33	164	54	33
1	268	55	34	128	54	33	110	54	33
2	213	54	33	074	53	33	056	54	33
3	159	53	33	021	53	33	002	49	31
4	106	52	32	0,015968	53	33	0,015953	41	26
5	054	52	32	915	51	32	912	37	23
6	002	51	32	864	52	33	875	47	29
7	0,015951	51	32	812	52	33	828	48	30
8	900	50	31	760	51	32	780	49	31
9	850	49	31	709	50	32	721	52	33

Digitized by Google

Temperatura	1ª Serie.			2ª Serie.			3ª Serie.		
	η in unità C. G. S.	$\eta t_2 - \eta t_1$	α	η in unità C. G. S.	$\eta t_2 - \eta t_1$	α	η in unità C. G. S.	$\eta t_2 - \eta t_1$	α
4,0°	0,015801	−0,000048	−0,030	0,015659	−0,000049	−0,031	0,015669	−0,000053	−0,034
1	753	46	29	610	48	31	616	53	34
2	707	45	28	562	46	30	563	52	33
3	662	42	27	516	45	29	511	51	33
4	620	45	29	471	45	29	460	51	33
5	575	46	29	426	47	30	409	50	32
6	529	49	31	379	52	34	359	49	32
7	480	50	32	327	52	34	310	48	31
8	430	50	32	275	51	33	262	48	31
9	380	50	32	224	50	33	214	47	31
5,0	330	50	33	174	50	33	167	48	32
1	280	50	33	124	49	32	129	47	31
2	230	50	33	075	49	32	072	48	32
3	180	50	33	026	47	31	024	47	31
4	130	49	32	0,014979	47	31	0,014977	47	31
5	081	49	32	932	46	31	930	47	31
6	032	48	32	886	46	31	883	47	31
7	0,014984	47	31	840	45	30	836	47	32
8	937	46	31	795	45	30	789	46	31
9	891	45	30	750	45	30	743	46	31
6,0	846	45	30	705	44	30	697	45	31
1	801	44	30	661	44	30	652	45	31
2	757	45	30	617	44	30	607	44	30
3	712	44	30	573	44	30	563	44	30
4	668	45	31	529	43	29	520	44	30
5	623	44	30	486	43	30	476	43	30
6	579	44	30	443	43	30	433	43	30
7	535	43	29	400	43	30	390	43	30
8	492	43	30	357	42	30	347	43	30
9	449	43	30	315	43	30	304	43	30
7,0	406	43	30	272	43	30	261	43	30
1	363	42	29	229	43	30	218	42	29
2	321	42	29	186	43	30	176	43	30

Digitized by Google

Temperatura	1ª Serie.			2ª Serie.			3ª Serie.		
	η in unità C. G. S.	$\eta'_4 - \eta'_1$	α	η in unità C. G. S.	$\eta'_2 - \eta'_1$	α	η in unità C. G. S.	$\eta'_2 - \eta'_1$	α
7,8	0,014279	−0,000042	−0,029	0,014143	−0,000043	−0,030	0,014133	−0,000042	−0,030
4	237	41	29	100	43	30	091	43	30
5	196	42	29	057	42	30	048	42	30
6	154	42	30	015	42	30	006	41	29
7	112	42	30	0,013973	42	30	0,013965	42	30
8	070	42	30	931	42	30	923	41	29
9	028	41	29	889	41	29	882	42	30
8,0	0,013987			848			840		

Conclusioni.

Dalle mie ricerche parmi si possano ricavare le seguenti conclusioni:

1° In prossimità ai 4° il coefficiente di attrito interno dell' acqua distillata presenta una anomalia che si rende visibile per mezzo di un flesso nella curva che rappresenta detto coefficiente in funzione della temperatura.

2° Il coefficiente di temperatura dell' attrito interno dell' acqua distillata presenta tra i 4° e i 5° un massimo ed un minimo.

3° Data la relazione esistente tra i coefficienti di temperatura dell' attrito interno e quello della resistenza elettrica è verosimile che una anomalia dello stesso genere di quella riscontrata esista anche per la resistenza elettrica dell' acqua distillata e delle soluzioni acquose.

4° I risultati ottenuti dal Lussana sulla anomalia della resistenza elettrica delle soluzioni acquose, trovano una conferma indiretta nei miei.

Digitized by Google

SU ALCUNE ESPERIENZE ESEGUITE COLL' INTERRUTTORE DI WEHNELT.

Nota del Dott. G. PACHER [1]).

1. Ho costruito per uso della scuola degli interruttori di Wehnelt di forma e dimensioni diverse, ed ho studiato il loro comportamento nelle scariche nell' aria libera e nell' aria rarefatta, nella carica dei condensatori, nella produzione delle correnti di Tesla e delle oscillazioni Hertziane.

Il tipo di interruttore che ho preferito consta di un bicchiere di vetro della capacità di circa 2 litri, tappezzato internamente fino a metà altezza da una lamina di piombo (catodo) che comunica coll' esterno per mezzo di una stretta lista di piombo, che sale fino al bordo del bicchiere e si ripiega all' infuori.

Un coperchio di legno verniciato chiude il bicchiere; esso porta tutto in giro su una circonferenza una serie di fori, in ognuno dei quali sta fissata una provetta di vetro al cui fondo è saldato un filo di platino (anodo) di mezzo millimetro di diametro, che sporge per un piccolo tratto. — Le lunghezze delle parti sporgenti variano da provetta a provetta; esse sono in scala decrescente da 2 cm. a mezzo centimetro. Le provette sono in parte riempite di mercurio in cui pesca un filo di rame che è fissato al tappo che chiude le provette medesime. Il bicchiere è riempito di acqua acidulata con acido solforico al 10 %. Ricorrendo all' una o all' altra delle provette, si hanno degli interruttori più o meno rapidi, e si può passare prontamente dall' uno all' altro. Le saldature più resistenti dei fili di platino le ho ottenute adattando a fuoco al fondo delle provette dello smalto facilmente fusibile, soffiando quindi il fondo in modo che lo smalto acquisti un piccolo spessore, e quindi saldando allo smalto il filo.

1) Dagli Atti del R. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti 1898-99. Tomo 58, parte 2, p. 777-785. — Lavoro eseguito nell' Istituto di Fisica della Università di Padova.

Digitized by Google

Nelle mie esperienze ho fatto uso di un grande rocchetto di Ruhmkorff (capace di dare nell' aria una scintilla di 30 cm.) e lo ho eccitato o con una dinamo Gramme a corrente continua della f. e. di 60 volta, o con una batteria di 16 accumulatori di media grandezza.

2. *Le scariche nell' aria libera e rarefatta,* sono di una potenza veramente straordinaria, e di effetto meraviglioso. Degno di menzione è il seguente fenomeno che ho osservato con un tubo di vetro della lunghezza di un metro e del diametro di 5 cm., con elettrodi di alluminio, in cui faceva il vuoto con una macchina pneumatica a mercurio: — Alla pressione di circa 4 cm. di mercurio, la scarica ha l' aspetto di un nastro luminoso congiungente gli elettrodi, il quale pur conservando una posizione abbastanza stabile, è attraversato da fluttuazioni che lo fanno rassomigliare ad una corda tesa, che riceva degli impulsi da uno degli estremi. L' ampiezza delle ondulazioni e la loro lunghezza e regolarità varia col periodo dell' interruttore; è possibile scegliere l' interruttore in modo da realizzare in certa qual maniera delle onde stazionarie con dei nodi e ventri nettamente visibili. Nei ventri il nastro non si apre a fuso, ma resta permanentemente deflesso dalla stessa parte come se subisse una attrazione da parte del tubo; due ventri successivi sono curvati in versi opposti. Malgrado io non abbia potuto accertarmene, è assai probabile che la forma vera del nastro luminoso sia quella di un' elica. Al bujo i fili e tutte le parti metalliche scoperte che collegano i poli del rocchetto col tubo appariscono circondati da una guaina di peli luminosi.

I tubi nei quali il vuoto sia spinto ad un grado assai elevato, (tubi di Crookes e Röntgen) emettono una luce verdognola fissa. Le radiografie che si ottengono in tali condizioni sono mirabili per la nettezza e ricchezza dei dettagli; con pochi minuti di posa ho ottenuto tre prove bellissime, una del torace, l' altra del femore di una ragazza che era stata colpita da più colpi di rivoltella, e la terza di una gamba fratturata alla tibia.

Digitized by Google

3. *Carica dei condensatori.* — Data la gran copia di scintille che si sprigionano dai poli di un rocchetto d'induzione eccitato da un interruttore di Wehnelt era prevedibile che si potesse col mezzo di quest'ultimo effettuare rapidamente la carica di un condensatore. Esperienze che ho istituite con batterie di 9 e di 18 grandi condensatori riuniti in superficie, dei quali collegava una delle armature con uno dei poli del rocchetto, e l'altra armatura coll'altro polo attraverso ad una distanza esplosiva, mi hanno dimostrato che si possono avere a piccoli intervalli di tempo nell'arco di scarica della batteria delle grosse e brillantissime scintille. Queste in causa della loro istantaneità, della loro grande intensità luminosa e della loro frequenza possono servire utilmente per proiezioni di fenomeni di breve durata. Ho anche tentato di produrre delle scintille molto lunghe e grosse alla superficie di una lastra di vetro coperta di limatura di zinco [1]), ma coi mezzi che avea disponibili non sono riuscito nell'intento.

4. *Correnti di Tesla.* — Le prime prove per produrre le correnti di Tesla coll'aiuto di un interruttore elettrolitico le feci adottando una delle solite disposizioni, collegando cioè direttamente i poli del rocchetto colle armature del condensatore. Queste prove però sortirono esito negativo perchè il condensatore non si mostrò atto, in tali condizioni, a caricarsi per interruzioni tanto rapide come quelle date dall'interruttore di Wehnelt.

Per riuscire dovetti introdurre nel circuito di carica del condensatore una distanza esplosiva. Potei allora ripetere tutte le esperienze che si sogliono fare colle correnti ad alta frequenza e ad alta tensione. La intensità dei fenomeni osservati apparì più grande di quella che si ha adoperando un interruttore di Foucault; ma fu inferiore alla aspettativa.

5. *Oscillazioni Hertziane.* — Veramente efficace si palesò il nuovo interruttore nella produzione delle oscillazioni di Hertz. Le esperienze del Lecher (nodi e ventri lungo due fili paral-

1) Vedi Righi, Nuovo Cimento serie 3, vol. 30, pag. 194, 1891.

Digitized by Google

leli), e quelle del Righi (riflessione, rifrazione, trasparenza, polarizzazione ecc. con onde di corto periodo) mi riuscirono tutte assai bene, e con facilità.

Le scintilline dei risonatori del Righi per la rapidità con cui si succedono, appariscono di una intensità luminosa insolita.

Una bella esperienza da lezione, che ebbi occasione di eseguire nel corso di questi esperimenti, e che riuscì molto bene facendo uso del nuovo interruttore è la seguente, che serve a mostrare l' effetto delle oscillazioni elettriche sui coherer a liquido isolante [1]: Si introducano in una sottile provetta di vetro poche goccie di mercurio, e vi si aggiunga dell' olio di trementina fino a riempimento; quindi si chiuda a fuoco la provetta, e la si scuota finchè il mercurio si sia diviso in minute goccioline in seno al dielettrico.

Si fissi poi la provetta per mezzo di due sottili elastici all' asta di ebanite che è disposta lungo l' asse dello specchio parabolico ricevitore degli apparecchi del Righi, e si metta lo specchio coll' asse orizzontale ad una distanza di 10 o 12 metri dall' oscillatore orientato pure coll' asse dello specchio orizzontale. Basta produrre una sola scintilla tra le sfere di quest' ultimo per vedere subito le goccioline di mercurio riunirsi in un' unica massa, oppure in due o tre grosse goccie.

SUL FENOMENO DI SANFORD NELL' ARGENTANA.

Memoria del Dott. ERNESTO DRAGO [2].

Della variazione di resistenza elettrica di un filo metallico nei vari dielettrici si occupò, come è noto, per primo il Sanford [3] sperimentando su di un filo di rame.

Dalle susseguenti ricerche dei Proff. Grimaldi e Platania [4] si deduce che la diminuzione relativa di resistenza di un filo di

1) Vedi Vicentini, Nuovo Cimento, serie 4, vol. 5, pag. 46, 1897.

2) Atti Acc. Gioenia di Catania, Vol. 12, ser. 4.

3) Fernando Sanford. Some observations upon the conductivity of a copper wire in various dielectrics.

Leland Stanford University. Studies in electricity, n. 1. Palo Alto, 1892.

4) Sulla resistenza elettrica dei metalli nei diversi dielettrici. Atti dell'Acc. Gioenia di Catania, Vol. 8, serie 4.

Digitized by Google

rame immerso nel petrolio è 0,00015 cioé circa dodici volte più piccola di quella trovata dal Sanford. Questi in una seconda memoria [1]) dice che il suddetto valore concorda con quello ricavato dalle sue ricerche, se si tien conto della superficie del filo metallico bagnata nei due casi dal dielettrico.

Sul proposito istituisce delle esperienze su fili di rame di diversa superficie e risponde alle obbiezioni del Carhart [2]) riguardanti la determinazione della temperatura del filo.

Dal Sala [3]) e dal Pettinelli [4]) sono state poi istituite altre ricerche su fili d' argentana, ma queste hanno il difetto di sottrarsi alle condizioni fisiche richieste da Sanford per l'esatta valutazione del fenomeno.

Io ho esperimentato anche sull' argentana e l' apparecchio di cui mi son servito era costituito da un ponte di Wheatstone di cui due bracci erano formati da due fili d'argentana, saldati da una parte ai fondi di due tubi dello stesso metallo ed isolati all' altra dai tubi stessi. Insieme agli altri due bracci, formati da due lunghezze eguali dello stesso filo d' argentana, avvolte su unico tubo di vetro e separate da carta paraffinata, i due tubi erano impiantati vicinissimi in un cubo di legno la cui base era di piombo. Tutto il sistema, protetto da opportuni tubi di vetro, era immerso in una cassa di zinco piena d' acqua e munita d' agitatore. In una diagonale del ponte si trovavano una pila normale Raoult, un reostata Hipp ed un interruttore a mercurio; nell' altra un galvanometro di Siemens ed Halske ed un secondo interruttore.

Le temperature dei due fili racchiusi nei tubi erano date da due termometri Baudin in ventesimi.

La sensibilità dell' apparecchio era tale che una divisione della scala del cannocchiale corrispondeva in media ad una variazione di resistenza del filo di argentana di 120 microohm.

Una circostanza che rendeva difficili le misure era l' esistenza di una deviazione parassita nel circuito del galvano-

1) Variations in electric conductivity of metallic wires in different dielectrics. Physical Review. Vol. 3, n. 15, Novembre-Dicembre 1895.

2) Henry Carhart. The Phisical Review. Vol. 1, pag. 321, Vol. 2, p. 61, 67.

3) Nuovo Cimento 1894.

4) Rivista scientifico-industriale, 1897.

Digitized by Google

metro. Ritenendo che essa fosse dovuta a correnti termoelettriche, originate da differenze di temperatura fra i contatti dell' argentana dell' apparecchio ed i fili di rame conducenti al galvanometro, si fece in modo da immergere tali contatti nell' acqua della cassa di zinco mantenuta sempre in agitazione.

In tal modo la suddetta deviazione si ridusse, ed il suo valore conservandosi costante per un tempo sufficientemente lungo, si poterono incominciare le prime serie di misure. Non essendo però le temperature dei due fili rigorosamente eguali, a causa delle variazioni della temperatura ambiente, fu necessario formare una tabella di correzione.

Così, proseguendo le misure, versando il petrolio nel tubo destro si trovò una diminuzione media di resistenza di 0,000012 per il filo d' argentana immerso nel dielettrico.

Sospese però le ricerche per accomodare l' apparecchio, quando queste si ripresero si notò che la deviazione parassita esistente nel circuito galvanometrico era opposta a quella avuta nelle ricerche precedenti. Nel contempo le esperienze in siffatte condizioni mostrarono invece di una diminuzione di resistenza, un aumento medio di 0,000013 quando il filo era immerso nel petrolio. Questo valore, opposto a quello precedentemente trovato, fece pensare alla possibile influenza esercitata nelle misure dalla deviazione parassita, onde fu necessario investigare l' origine di questa. Saldato ciascun braccio del ponte con i fili del galvanometro, per le resistenze ausiliarie non si ebbe deviazione alcuna interrompendo rispettivamente il circuito, mentre per i fili saldati ai tubi si ebbero due deviazioni circa uguali ma di senso contrario.

Essendo i fili d' argentana tolti da una matassa appartenente a fabbrica differente da quella dell' altra argentana che costituiva le parti dell' apparecchio venne il dubbio che l'eterogeneità di struttura avesse potuto produrre correnti termoelettriche. Si ricostruì perciò l' apparecchio con argentana tutta della stessa provenienza ed in questo caso venne eliminata qualsiasi deviazione nel circuito del galvanometro.

La sensibilità del nuovo apparecchio era tale che una deviazione di una divisione della scala corrispondeva in media ad una variazione di resistenza del filo di 180 microohm.

Digitized by Google

Formata un' altra tabella di correzione della temperatura si intrapresero le misure definitive.

Quì sotto sono riportate le differenze tra la media delle deviazioni corrette, quando i tubi contenevano aria; e quella delle deviazioni quando uno conteneva petrolio.

Esperienze col petrolio nel tubo destro.

Serie	I	0,01
»	II	— 0,01
»	III	0,00
»	IV	— 0,01
»	V	0,00

Esperienze col petrolio nel tubo sinistro.

Serie	VI	0,00
»	VII	— 0,01
»	VIII	+ 0,01

La regolarità delle cifre ottenute sia nella tabella di correzione della temperatura, sia nelle altre serie di misure, l'eliminazione completa della corrente parassita nel circuito del galvanometro, tutto ciò è sicura garanzia dei risultati; i quali così mostrano che *il fenomeno di Sanford o non esiste affatto nell' argentana o se esiste è talmente piccolo da non potere essere sufficientemente apprezzato coi metodi d' osservazione adoperati* [1]).

Dal Laboratorio di fisica della R. Università di Catania.

---

1) Dopo la pubblicazione di questo lavoro il Sanford mi ha comunicato che, in conferma delle mie ricerche, avendo anche egli cercato il fenomeno su fili d' argentana, non ha trovato alcun cambiamento.

Digitized by Google

LIBRI NUOVI

LEÇONS DE CHIMIE PHYSIQUE,
di J. H. VAN 'T HOFF.

Traduzione dal tedesco di CORVISY.

La *Libreria A. Hermann* di Parigi ha ora pubblicato la seconda parte (prezzo Fr. 6) di quest' opera (cfr. *Nuovo Cimento* 1898, vol. 2°, pag. 318). L' illustre autore vi studia quel gruppo di dottrine, costituenti ciò che il Meyer chiamò la *statica chimica;* scienza, che tratta della specie chimica isolatamente considerata, della costituzione, struttura e configurazione della molecola, e che, fino a poco tempo fa, costituiva da per sè sola la parte speculativa della chimica stessa.

Il libro parte dalla determinazione dei pesi molecolari, svolgendo i metodi diretti e indiretti, studiando i resultati ottenuti, fermandosi in special modo sulle anomalie presentate dagli elettroliti. Segue un capitolo sulla composizione e struttura molecolare, che contiene un cenno sulla stereochimica e sul fenomeno della tautomeria, cioè della varia costituzione che può attribuirsi ad un corpo (liquido o in soluzione), a causa del suo modo di comportarsi con differenti reagenti. Finalmente si studia la polimorfia dei corpi, e le leggi che regolano il passaggio di un corpo dall' una all' altra forma cristallina; si sviluppano le teorie cristallogeniche di Bravais e di Sohncke, e le relazioni fra la figura cristallina e quella della molecola.

Questo breve indice dimostra subito, che il libro non ha un carattere didattico (si tratta infatti di lezioni date a Berlino nel 1897-98 su capitoli scelti della fisico-chimica), e che suppone nel lettore l' ordinaria cultura acquistata nei corsi di chimica generale.

Così, trattandosi ad es. della determinazione del peso molecolare mediante l' abbassamento del punto di congelazione, non è data la descrizione degli apparecchi, delle regole da

Digitized by Google

seguire nello sperimentare, la discussione sui varii solventi ecc. ma stabilita teoricamente la legge, applicata ad un caso concreto, quello del saccarosio, se ne definisce il valore facendone compendiosamente la critica. Nello stesso modo la lettura del capitolo sull' atomo asimmetrico di carbonio, e sugl'isomeri otticamente inversi, lascia vivo il desiderio di udirne di più sull' importante e vasto soggetto.

È appunto questo carattere che costituisce il valore dell' opera, la quale permette di venire a conoscenza delle questioni attualmente studiate e discusse; dei punti che vogliono essere schiariti e completati, mentre dà un esatto criterio della generalità e della validità delle leggi stabilite.

R. PITONI.

IL MONTATORE ELETTRICISTA,

dell' Ing. E. BARNI.

(5. edizione, Milano, Editori dell' Elettricità, 1900).

Quando un libro è giunto alla quinta edizione, e lo vediamo tradotto ora in Francia, la quale non ha certo difetto di opere simili, dal Montpellier, ogni recensione, ogni elogio riesce perfettamente superfluo. Tuttavia abbiamo voluto leggerlo con scrupolosa cura, ed all' infuori dei capitoli *galvanoplastica* ed *elettrometallurgia*, ed *accumulatori*, che potevano, ci sembra, essere un po' più nutriti, non abbiamo trovato niente altro da notare, e del libro non possiamo dire che un gran bene. S' intende che noi abbiamo da fare con un opera d' indole pratica, e da vedere se il suo vero scopo, quello cioè di essere alla portata dell' operaio elettricista e di servirgli come guida, sia stato raggiunto.

Non solo; ma crediamo che essa riesca di utilità non lieve anche ai giovani elettricisti, ed alle persone, numerose ormai, che per dovere o per occasione si occupano di elettricità.

L' opera tratta delle generalità quanto è necessario; delle dinamo a corrente continua ed alternata mono e polifase; dei trasformatori, degli accumulatori: delle applicazioni dell' elettricità all' illuminazione (ad arco e ad incandescenza, in luogo

Digitized by Google

aperto o chiuso) e perciò della conduttura area sotterranea ed interna, insieme al calcolo ed alle prove dei conduttori ed agli apparecchi ausiliarii al buon andamento di un impianto; dei sistemi di distribuzione della energia elettrica; dei motori elettrici, pei quali, naturalmente, si riassumono le norme già date per l' installazione e manutenzione delle dinamo. L' opera si chiude con un buon capitolo di cognizioni e regole pratiche, colle norme approvate dal congresso di Francoforte (1898) per la sicurezza degl' impianti elettrici, e col testo della legge n. 232 (7 Giugno 1894).

Numerose tabelle, e problemi elementari e bene scelti sono sparsi nel libro, che venduto a lire tre (la metà per gli abbonati della Elettricità) costituisce un esempio straordinario di buon mercato, quando si pensi che comprende 490 pagine in 8°.

R. PITONI.

PHÉNOMÈNE DE ZEEMAN,

par A. COTTON.

(Paris, Georges Carré e C. Naud, Editeurs, 1899).

È un volumetto di 100 pagine, che fa parte della elegante collezione *Scientia* pubblicata dagli editori Giorgio Carré e C. Naud di Parigi. L'A. vi ha raccolto e ordinato i resultati delle ricerche *sperimentali*, che in gran numero hanno tenuto dietro alla scoperta fatta dallo Zeeman del fenomeno magneto ottico che da lui prende il nome. L' esposizione è ordinata nel modo seguente:

L'A. dapprima richiama sommariamente i mezzi più potenti e perfetti di cui dispone l' analisi spettrale moderna, che soli posson servire allo studio diretto del fenomeno Zeeman, e quindi le differenti cause che possono far variare le righe dello spettro. Premesse queste notizie di ordine generale, entrando propriamente nell' argomento, fa la storia della scoperta, e tratta diffusamente delle varie alterazioni magnetiche delle righe di emissione.

Passa quindi allo studio dell' assorbimento, connesso all' emissione per mezzo della *regola di Kirchhoff*, di cui viene

Digitized by Google

da queste ricerche estesa la portata, e precisato il valore. La considerazione dell' assorbimento nel campo magnetico serve di passaggio dallo studio vero e proprio del fenomeno di Zeeman a quello di altri nuovi fatti interessantissimi, che ad esso si riconducono più o meno direttamente, i quali risultano principalmente dalle esperienze del Righi, Macaluso e Corbino e Voigt.

L' esposizione piana, chiara, sebbene concisa, anzi quasi sommaria, mette davanti alla mente del lettore, senza affaticarla, il concetto che guida le ricerche, il giusto valore dei diversi fatti, il loro logico concatenamento; dando il conveniente rilievo a quelli più importanti e netti, e sorvolando gli altri meno importanti o più confusi, che riuscirebbero meno istruttivi per lo studioso, e devono richiamare ancora l' attenzione dello sperimentatore.

Questa operetta pregevolissima sarà di grande utilità, specialmente per quegli studiosi, che, senza fare oggetto speciale del loro studio di questo argomento, vogliono tenersi al corrente dei progressi della scienza.

Senza il suo aiuto essi sarebbero costretti a passare in rivista con molta fatica un numero grandissimo di pubblicazioni, che da soli tre anni si accumulano su questo argomento. Essa non può mancare nella biblioteca, anche modesta, di ogni studioso di Fisica. L. PUCCIANTI.

ESSAIS DU COMMERCE ET DE L' INDUSTRIE. MODES OPÉRATOIRES,
di L. CUNIASSE *e* R. ZWILLING.

(Editori Georges Carré e C. Naud, Paris 1900).

È una pubblicazione che merita di esser segnalata ai lettori del *Nuovo Cimento*.

È stata un' idea veramente felice dei signori L. Cuniasse e R. Zwilling di dare alle stampe questo elegante volumetto, in cui sono condensati sotto un aspetto chiaro ed esatto i metodi impiegati per l' analisi dei differenti prodotti dell' industria e del commercio.

Digitized by Google

La prima parte è dedicata all' analisi qualitativa e quantitativa dei minerali: la seconda, che tratta dell' analisi quantitativa delle materie organiche, è un' esposizione dei sistemi più recenti e più in uso.

Questa sintesi ristretta, chiara e precisa, dei migliori metodi analitici usati fino ad oggi, abbrevia il lavoro dei giovani costretti a perdere un tempo prezioso nello scartabellare i grossi trattati, ed inoltre, essendo una raccolta nè troppo elementare nè troppo dotta, permetterà a quelli fra essi che conoscono già le manipolazioni elementari, e che si dedicano o al commercio o all' industria, di risparmiare tempo e fatica.

GIUSEPPE MAGRI.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LES OSCILLATIONS ELECTRIQUES,
per A. TURPAIN.

(Paris, Librairie Scientifique A. Hermann, 1899).

L'A. si è proposto di fare in quest' opera uno studio sperimentale più sistematico e più completo che fosse possibile del campo hertziano e si è limitato a non impiegare nelle sue ricerche che risuonatori filiformi, dello stesso tipo cioè dell' apparecchio immaginato da Hertz. Per ottenere poi un metodo di osservazione più delicato, ha unito un telefono ai risuonatori, dopo essersi assicurato che non ne avrebbe complicato il funzionamento. In principio le ricerche sono volte al campo hertziano a due fili paralleli: uno studio analogo sul campo a un filo permette non solo di enunciare una serie di resultati interessanti, ma anche di dedurre, basandosi su semplici ragioni di simmetria, le proprietà del campo a due fili da quelle del campo ad un solo filo. Ed è appunto dal paragone dei resultati relativi a queste due specie di campo, che l'A. è stato condotto ad immaginare e realizzare un campo a due fili, differente da quello di Hertz, a cui dà il nome di campo interferente.

In un' altra parte del lavoro viene studiato comparativamente il campo hertziano nell' aria e in altri mezzi come l' acqua e l' olio: e in un capitolo speciale sono riunite le leggi

Digitized by Google

dedotte dalle esperienze descritte e anche quelle derivanti da esperienze già conosciute.

L'opera termina con un capitolo sulle applicazioni delle oscillazioni elettriche alla telegrafia.

Il libro è molto utile a chiunque si dedica a questi studi.

M. ALLEGRETTI.

LA TÉLÉGRAPHIE SANS FILS,

per ANDRÉ BROCA.

(Paris, Gauthier-Villars, Ed. 1899).

Questo libro è dedicato a coloro i quali, senza essere degli specialisti, amano tuttavia di seguire i progressi della scienza e di tenersi al corrente delle recenti sue applicazioni. Il soggetto trattato dall'A. non potrebbe destare maggiore interesse oggi in cui ognuno ha letto i resultati ottenuti colla telegrafia senza fili; nè potrebbe esser più utile perchè fa conoscere, in modo accessibile a tutti, su quali principii sia essa fondata.

Perchè poi la semplicità dell'opera non venisse affatto alterata, l'A. non si è per niente astretto a seguire l'ordine cronologico: tanto che alcune esperienze del Blondlot sono descritte prima di quelle di Hertz solo perchè esse delineano il passaggio insensibile della telegrafia coi fili a quella senza fili. E per procedere razionalmente a porre in rilievo questo passaggio, sono premessi alcuni cenni sulla telegrafia coi fili da cui di tappa in tappa si giunge fino alla telegrafia senza fili.

Termina l'interessante e pregevole opera una breve esposizione della teoria della propagazione delle onde lungo un conduttore.

M. ALLEGRETTI.

Digitized by Google

RIVISTA

Comptes Rendus. T. CXXVIII. Giugno 1899.

FERY M. *Nuovo metodo galvanometrico* (pp. 1392-1393). -- L'A. in una sua nota [1]) precedente, svolse alcune considerazioni sul modo di aumentare la sensibilità dei galvanometri a quadro mobile. Impiegando però tali considerazioni, esse impediscono di usufruire dei metodi ordinari per determinare l'intensità della corrente che attraversa il galvanometro stesso. In questa sua nota dimostra analiticamente e poi coll'esperienza, che tale misura si può fare con una grande precisione determinando la velocità che prende il sistema mobile.

LE CHATELIER H. *Sopra la dilatazione delle leghe metalliche* (pp. 1444 1447). — L'A. dopo avere accennato ad un suo studio [2]) anteriore sulle leghe metalliche, espone in questa nota i risultati da lui ottenuti sulla misura della dilatazione di queste.

PONSOT A. *Misura diretta della pressione osmotica di soluzioni diluitissime di cloruro di sodio* (pp. 1447-1448). — L'A. ha eseguita questa misura servendosi del metodo già da lui impiegato per le soluzioni di zucchero di canna [3]). I valori che ottiene per la pressione osmotica nelle differenti esperienze che esegue nelle soluzioni diluitissime di NaCl, sono tutti compresi fra 1,76 e 1,81.

LEDUC S. *Raggi emessi da una punta elettrizzata* (pp. 1448-1449). — L'A. trova che questi raggi posseggono le proprietà dei raggi violetti ed ultra-violetti dello spettro.

BLONDLOT R. *Forza elettromotrice prodotta in una fiamma per l'azione magnetica* (pp. 1497-1498). — L'A. dimostra con alcune esperienze che una fiamma a ventaglio posta fra i pezzi polari di un elettrocalamita di Ruhmkorff è la sede di una forza elettromotrice di cui determina la direzione e il senso. Tale fenomeno è spiegato dall'A. in questa maniera. Sia il piano della fiamma disposto parallelamente alle superfici polari. I gas caldi che costituiscono la fiamma hanno un movimento continuo di ascensione. In questo corpo conduttore animato di una velocità costante normale alle linee di forza del campo, deve, per le leggi sull'induzione

1) Comptes rendus, 13 Marzo 1899.
2) Bulletin de la Société d'Encouragement.
3) Comptes rendus, 29 Novembre 1897

Digitized by Google

elettromagnetica, prodursi una f. e. m. normale alla forza del campo e alla velocità di traslazione. La f. e. m. osservata dall'A. ha appunto un senso o una direzione conformi al resultato di questo ragionamento.

GUTTON C. *Comparazione delle velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche nell' aria e lungo i fili* (pp. 1508-1511). — Le esperienze di Sarasin e de la Rive hanno stabilito che le onde elettromagnetiche si propagano nell' aria e lungo i fili con una stessa velocità. Questi fisici hanno fatto agire successivamente sopra un risonatore le onde che si propagavano lungo un filo e le onde che si propagavano nell' aria e hanno mostrato che in ogni caso la lunghezza d' onda del risonatore era la stessa.

L'A. utilizzando la grande sensibilità del tubo di Branly, ha eseguito alcune esperienze, basate sopra un principio differente e che permettano di comparare le velocità di propagazione delle onde elettriche lungo i fili e nell' aria, senza impiegare dei risonatori e senza misurare la lunghezza d' onda.

Col metodo dell' A. l' uguaglianza di queste due velocità è verificata a meno di $^1/_{200}$.

BORDIER H. e SALVADOR. *Azioni elettrolitiche osservate nella vicinanza di un tubo di Crookes* (pp. 1511-1513). — Gli A. hanno posto, vicino ad un tubo di Crookes una soluzione saturata di solfato di rame nella quale tuffavano due lamine pure di rame. Il tubo era disposto al disopra dell' elettrolito, in maniera che le lamine piegate ad angolo retto, fossero vis-a-vis agli elettrodi del tubo. Allorchè la corrente del rocchetto era passata un certo tempo, le due lamine dell' elettrolito erano riunite ad un galvanometro. Gli A. hanno trovato che avanti il passaggio della corrente eccitatrice nel tubo, le lamine di rame riunite al galvanometro non davano nessuna deviazione nello specchio di questo; ma si faceva passare la corrente del rocchetto nel tubo, si constatava dopo alcuni minuti, che l' imagine dello specchio sulla scala graduata si spostava un poco al momento in cui si chiudeva il circuito dell' elettrolito sul galvanometro, e tale spostamento andava aumentando con il tempo. Gli A. esaminando il senso della deviazione del galvanometro, hanno trovato che la corrente è diretta nel circuito esterno all' elettrolito, dalla lamina posta in faccia l' anodo del tubo, verso l' altra lamina. Vi è dunque formazione di una forza elettromotrice di polarizzazione nell' elettrolito e gli A. hanno costatato che la polarizzazione degli elettrodi, non era dovuta all'azione dei raggi X prodotti nel tubo di Crookes ma alla scarica oscura derivata, a partire dall' anodo e dal catodo del tubo; ciò

Digitized by Google

che equivale ad una corrente costante di alta tensione, ma di debole intensità che si formerebbe attraverso l'elettrolito.

Infine gli A. si sono proposti di studiare se le azioni elettrolitiche così prodotte nella vicinanza di un tubo di Crookes variavano 1° con la distanza del tubo all'elettrolito; 2° con la resistenza interna del tubo.

OSMOND F. *Sopra gli acciai da calamite* (pp. 1513-1516). — In tale nota l'A. espone i risultati di alcune sue ricerche sugli acciai *quasi temperati* cioè sugli acciai che si ottengono per l'addizione agli acciai a carbone di alcuni corpi estranei (Mn, Ni, Cr, Tu) in proporzioni convenienti. L'A. studia questi acciai riguardo appunto al trattamento cui debbono esser sottoposti, onde ottenere da essi delle buone calamite.

L'interesse di questi acciai *quasi temperati* per la fabbricazione delle calamite è dovuto a una doppia circostanza: la tempera è evitata e le proprietà magnetiche sono costanti in tutta la massa.

D'ARSONVAL. *Azione di alcuni gas sul caoutchouc* (pp. 1545-1546). — Con semplici esperienze l'A. dimostra che l'acido carbonico passa molto facilmente attraverso il caoutchouc. L'ossigeno vi passa ugualmente ma in maniera più lenta. Finalmente l'azoto è, fra questi tre gas, quello che si può mantenere più a lungo tempo sotto pressione in un recipiente di caoutchouc.

DE COPPET L. C. *Sulla temperatura del massimo di densità delle soluzioni acquose dei cloruri alcalini* (pp. 1559-1561). — L'A. eseguisce tale ricerca adoprando delle soluzioni di cloruro di potassio, sodio, litio e rubidio chimicamente puri. Il metodo usato è quello che l'A. ha descritto in un suo precedente lavoro [1]) introducendovi talvolta qualche lieve modificazione.

DÈVÉ CH. *Sopra un facometro a oscillazioni* (pp. 1561-1564). — Tale istrumento che l'A. descrive, serve a misurare con precisione le curvature delle superfici ottiche, le loro distanze focali, le loro aberrazioni ecc.; inoltre si presta alla misura degli indici di rifrazione delle lenti col metodo di auto-collimazione diretta di Ad. Martin.

DE GRAMONT A. *Sopra uno spettroscopio da laboratorio a dispersione ed a scala regolabili* (pp. 1564-1568).

LIENARD. *A proposito di una Nota del Pellat, sulla polarizzazione dei dielettrici* (pp. 1568-1569). — Il Pellat in una sua nota [2]) indica che contrariamente a ciò che si aveva pensato an-

1) Annales de Chimie et de Physique, 7. serie, t. 3, 1894.
2) Comptes rendus, t. 128, p. 1312.

Digitized by Google

teriormente, la teoria della polarizzazione fittizia dei dielettrici conduce, in un caso che esamina, alle stesse conseguenze delle altre teorie, ma si domanda se tale accordo persisterebbe in tutti i casi immaginabili. L'A. si propone appunto di mostrare in questa sua nota, che tale accordo sussiste sempre.

E. PASQUINI.

The Physical Review. Volume IX, Settembre 1899.

ATWATER O. W. e ROSA E. B. *Un nuovo calorimetro per respirazione ed esperienze sulla conservazione dell' energia nel corpo umano* - I (pp. 129-163). — Scopo di questa Memoria è di descrivere un nuovo e grandissimo calorimetro per la misura del calore svolto nella respirazione, ed alcune esperienze fatte sulla conservazione dell' energia nel corpo umano. Apparecchi ed esperienze sono scelti in guisa da studiare le trasformazioni della materia e dell' energia negli organismi viventi. Questo studio è interessante sia per sapere, per quanto è possibile, se la legge della conservazione dell' energia vale pel caso degli organismi viventi, sia, per conoscere, in qualche modo, il valore e l' uso del cibo.

In questa prima parte gli A. descrivono il loro grande calorimetro.

KESTER F. E. *Un metodo per lo studio dei solfuri fosforescenti* (pp. 164-175). — Consiste nel far ruotare intorno al suo asse un cilindro della sostanza da esaminare, ed illuminarlo da un lato attraverso un' apertura vicinissima. La luce viene esaminata mediante uno spettrometro, la fenditura del quale è diametralmente opposta all' apertura illuminante. Il solfuro da studiare viene applicato sulla superficie d' un cilindro di bronzo mediante una vernice opportunamente scelta.

La sorgente luminosa adoprata è il sole o una lampada ad arco. Per misurare l' energia nella regione dello spettro che eccita la fosforescenza l'A. adopra il radiometro di Crook ed indica le difficoltà incontrate nella sua costruzione.

Il campione pei confronti fotometrici è una superficie d' ossido di magnesio illuminata da una fiamma d' acetilene alimentata da un getto di gas a pressione costante. La luce diffusa da questa superficie ricuopre la metà inferiore della fenditura del collimatore passando attraverso due nicol. Girando opportunamente uno di questi si rende uguale l' intensità della luce campione a quella di fosforescenza, la cui intensità verrà misurata da $\text{sen}^2\theta$, se θ è l' angolo che fanno fra loro le sezioni principali dei due nicol.

Digitized by Google

La velocità del cilindro varia da 0,03 secondi a 7 o 8 secondi per rivoluzione.

L'A. applica il metodo allo studio della fosforescènza del solfuro di calcio, e determina le curve che mostrano la relazione fra la intensità di fosforescenza e la intensità d' illuminazione, fra la luminosità e la larghezza dell' apertura che dà il raggio illuminante, fra la intensità di fosforescenza e la velocità di rotazione del cilindro, fra la lunghezza d' onda della luce eccitante e quella della luce emessa. Trova poi che ad ogni intensità di fosforescenza il valore dell' aumento di luminosità durante l' illuminazione, e quello della diminuzione dopo l' illuminazione, dipendono dal trattamento precedente che ha subìto la sostanza fosforescente.

HARTMANN L. W. *Studio fotometrico dei miscugli di acetilene ed idrogeno bruciati nell' aria* (pp. 176-188). — Questo studio è giustificato dalla importanza sempre crescente dell'acetilene nell' illuminazione. L'A. descrive i vari modi che si possono usare nel depurarlo, le varie specie di bruciatori usati, e riporta molte curve che mostrano le relazioni che esistono fra la lunghezza d' onda e l' intensità delle radiazioni emesse da diversi miscugli di acetilene e idrogeno che bruciano nell' aria.

RAMSEY R. R. *Studio fotografico di pile elettrolitiche* (pp. 189-190). — L'A. applica allo studio delle azioni elettrolitiche il principio di un apparecchio usato da Töpler nel 1876. Un sistema di lenti fa cadere l' imagine di una sorgente, sulla parete di una camera oscura d' una macchina fotografica, la quale viene illuminata uniformemente se il mezzo interposto fra due fenditure, che guidano un fascio di luce, è omogeneo. Se questo non succede, la luce viene intercettata in alcune porzioni. La omogeneità del mezzo può alterarsi col riscaldare l' aria, o coll' introdurre fra le due fenditure sia un vaso con liquidi di diversa densità, sia una pila elettrolitica percorsa da una corrente. In quest' ultimo caso l'A. ha ottenuto sei fotografie che mostrano le varie alterazioni apportate nella densità dalla corrente lanciata in un senso o nell' altro.

G. ERCOLINI.

Zeitschrift für Physikalische Chemie.

Vol. 29. N. 1.

MARCHIS L. *Le continue modificazioni del vetro e lo spostamento dello zero nei termometri — I. Influenza dei cambiamenti di temperatura sullo spostamento dello zero dei termometri* (pp. 1-26). — È un sunto fatto dall' autore stesso della sua « Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Bordeaux » Paris, A. Her-

Digitized by Google

mann 1898. ***Memoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux.***

Secondo il Sydney Young le modificazioni che subiscono i vetri dei termometri dipendono da vere e proprie trasformazioni la cui velocità è funzione della temperatura e della natura del vetro. Tali trasformazioni non dipendono da un regolare riscaldamento ad una temperatura costante elevata purchè si voglia, ma dai disequilibrii forti di temperatura, come le considerazioni matematiche sviluppate dall'autore in relazione alle considerazioni teoriche del Duhem lasciano prevedere.

WIEDEBURG O. *Calore, energia, entropia* (pp. 27-50). — L'A. tratta l'argomento diffusamente riferendosi ai suoi precedenti lavori *(Wied. Ann.* 61, pp. 705, 1897; 62, pp. 652, 1897; 64, pp. 519, 1898); riguardo alla teoria dei fenomeni calorifici. Il modo di esprimere il calorico, anche come si esprimeva per l'addietro, si ricollega al modo di esprimere gli altri fenomeni calorifici di natura differente. Il concetto di quantità di calore che si esprime anche come « scarica termica » è in qualche modo analogo alla espressione « scarica elettrica ». L'applicazione delle considerazioni teoriche ai processi irreversibili mostra pure che anche in questo caso generale la scarica termica entra nello stesso rapporto che l'entropia nella termodinamica.

TAMMANN G. *Sulla velocità di cristallizzazione.* III (pp. 51-76). — (Cfr. *Zeitsch. phys. chem.* 28, 96, e *Nuovo Cimento*, Agosto 1899). L'aumento della velocità di cristallizzazione che avviene in principio del raffreddamento, l'A. l'attribuisce alla presenza di piccole particelle di metalli per le quali viene aumentata la conducibilità termica alla superfice dei cristalli.

Il Bogoyawlensky interpetra il fenomeno diversamente *(Zeitschrift phys. chem.* 27, 585).

Il benzofenone presenta una velocità di cristallizzazione stazionaria. È riferito il calorico specifico dell'assiolo, del benzofenone e del betolo in funzione della temperatura. Cristalli polimorfi della medesima sostanza mostrano delle differenze nella velocità di cristallizzazione. Per il benzofenone fu misurata la velocità di trasformazione da una modificazione labile ad una altra stabile.

JAHN HANS. *Polarizzazione galvanica nelle soluzioni di solfati alcalini* (pp. 77-88). — Anche per le soluzioni di solfati alcalini l'A. trova, come già aveva constatato per le soluzioni di acidi diluiti, *(Zeitsch. phys. chem.* 26, 335) che la polarizzazione dipende dalla intensità della corrente, ed è espressa dalla relazione $p = \phi + \gamma \log I$, dove p = polarizzazione, I intensità della corrente, ϕ e γ sono costanti.

Digitized by Google

L'A. conferma tale relazione determinando la perdita del calore nella elettrolisi di Li_2SO_4, Na_2SO_4 e $(NH_4)_2SO_4$ a seconda della intensità della corrente e della temperatura.

I risultati dell'A. sono riepilogati nello specchietto seguente.

		Intensità della corrente in ampère	POLARIZZAZIONE	
			dalla perdita di calore	secondo la formula logar.
Na_2SO_4	0°	0,011847	2,55 volt	2,51 volt
	40°	0,012543	2,42	2,42
Li_2SO_4	0°	0,012454	2,65	2,61
	40°	0,012896	2,45	2,47
$(NH_4)_2SO_4$	0°	0,013963	2,39	2,35
	40°	0,013814	2,23	2,24

GOLDSCHMIDT HEINRICH e SALCHER M. RICHARD. *Studi sulla aminolisi* (pp. 89-118). — Gli A. chiamano « aminolisi » la dissociazione di sali delle amine determinata da un solvente che non sia l'acqua, per analogia al fenomeno della idrolisi. Gli A. sperimentano con soluzioni in anilina di un sale di anilina stessa e di una base libera; aggiungendo un diazoamidocomposto calcolano la velocità di trasformazione nell'amidoazocomposto.

I sali di anilina impiegati sono quelli dell'acido cloridrico, bromidrico, nitrico e O.nitrobenzolico; le basi la chinolina, piridina, chinoldina, α picolina, *s* collidina, dimetilbenzilamina, dietilbenzilamina, trietilamina. La costante aminolitica per ogni singola base è assai differente e varia nello stesso senso che la costante K di affinità della base stessa.

MAEY E. *Le combinazioni del Li, Na, e K col Hg determinate del loro volume specifico* (pp. 119-138). — Sulla natura di tali combinazioni già lavorarono il Berthelot (*Ann. de chim. e de phys.* (5), 18, 433, 1879) determinandone il calore di formazione; poi istituirono esperienze dirette il Krant e Posp, e Kerp (*Zeits. Anorg. Chem.* 17, 284, *Cen. Blatt.* 98, II, 533).

L'A. prepara con tutte le precauzioni volute dalla ossidabilità dei composti, alcune amalgame di differente concentrazione e ne determina il peso specifico. Ora nella ipotesi che il volume

Digitized by Google

specifico della soluzione sia una funzione lineare della sua composizione l'A. calcola il punto in cui la curva dei volumi cambia la sua direzione.

Dall' esame della lega che si presenta cristallina, nelle screpolature che si formano nella massa, l' autore determina il composto cristallino che si forma per la reazione del metallo alcalino con il mercurio.

L'A. crede poter stabilire i seguenti composti cristallini. $NaHg_8$, $NaHg_2$, NaHg; KHg_{11}, KHg_5, KHg_3, KHg_2, KHg; $LiHg_2$, $LiHg_3$, LiHg, Li_2Hg.

DIETERICI C. *Relazione fra lavoro osmotico e pressione osmotica* (pp. 139-146). — L'A. sul modo di argomentare e di calcolare la relazione fra lavoro osmotico e pressione osmotica ideata dal Noyes (Cfr. *Zeitsch. physik. chem.* 28, 220, *N. Cim.* (4), 9, 146) solleva l' obbiezione, che il sistema non è realizzabile, anche per il fatto che non si può impiegare nel calcolo la pressione negativa, che il Noyes ammetteva straordinariamente piccola.

Quanto poi alla obbiezione che il Noyes fa all'A. che la pressione che sostiene il lavoro osmotico rimane costante durante la dilatazione mentre in realtà diminuisce, non è capitale, poichè l' abbassamento di pressione si può rendere piccolo come si voglia.

BODENSTEIN MAX. *Le reazioni dei gas nella cinetica chimica. Velocità di reazione e falso equilibrio* (pp. 147-158). — È la prima parte del lavoro che l'A. verrà pubblicando. In questa si limita alla storia, e alla bibliografia, su quanto fu fatto sull' argomento, e indica inoltre l' indirizzo che seguirà nelle sue esperienze.

Van LAAR J. J. *Ultima parola in risposta alla nota del sig. Noyes* (pp. 159-161). — (Cfr. *Zeitsch. physik. chem.* 28, 431 e *N. Cim.* IV, vol. X, 237). L'A. spiega la ragione della diversità dei numeri suoi da quelli del Noyes riguardo al calore di soluzione; in quanto che il Noyes nei suoi calcoli si riferisce alla formula del van 't Hoff (la quale fu provata sperimentalmente solo per gli elettroliti completamente dissociati) invece di riferirsi alla formula teorica, vale a dire al calore di soluzione in prossimità alla soluzione satura. Cosicchè invece della tangente egli prese il seno e ciò non conduce a risultati esatti.

TANATAR S. *Sui perborati* (p. 162). — I perborati anche in un ambiente affatto privo di Co_2 si decompongono spontaneamente col tempo. Nel corso di un anno il sale ammonico è per la maggior parte decomposto, il sale sodico perde il 30 % dell' ossigeno combinato. Per azione del cloro e ipocloriti alcalini sugli ortoborati non si ottengono perborati. Questi per azione dell' elettrolisi in presenza di ipocloriti e ossido di cobalto si decompongono dando O_2.

R. SALVADORI.

Digitized by Google

Physikalische Zeitschrift. N. 1 e 2. 1° Ottobre 1899.

BARUS C. *L' azione dell' acqua sul vetro caldo* (pp. 3-5). — V. *Nuovo Cimento*, Vol. X, serie IV, pag. 239.

SCHAUM KARL. *Sui movimenti di cristalli in soluzione* (pp. 5-6). — Piccoli cristalli di alcune sostanze facilmente solubili nell' acqua, posti sulla superfice di separazione di mercurio con acqua, si muovono come la canfora sull' acqua. I movimenti diventano più rapidi sostituendo all' acqua soluzioni di H_2SO_4, HNO_3. Si possono rendere progressivi, rotatori, ecc. La velocità aumenta colla solubilità dei cristalli. Esperienze fatte per verificare se abbia influenza la tensione superficiale del mercurio non hanno dato risultato positivo.

WACHSMUTH R. und BERGWITZ K. *Determinazione di capacità mediante la doppia rifrazione elettrica* (pp. 7-8). — Tra due nicol incrociati si hanno due condensatori piani ed uguali, immersi nel solfuro di carbonio di due vasi distinti; i dischi di un condensatore sono orizzontali, quelli dell' altro verticali, invece i piani di polarizzazione dei nicol sono inclinati a 45°. Nelle condizioni ordinarie un raggio di luce attraversando un nicol e i due condensatori, è estinto dall'altro nicol; ma se si carica uno dei condensatori con una macchina elettrica, il campo dei nicol diventa luminoso, e si riottiene l' estinzione, caricando anche l'altro allo stesso potenziale.

Lo stesso avviene se le cariche sono dovute a correnti alternate. In questo caso una capacità inserita in uno dei rami che contengono i due condensatori, vi produce uno spostamento di fase per cui il campo dei nicol diventa chiaro, finchè non si inserisca una capacità eguale nell' altro ramo.

In questo modo mediante un condensatore campione si possono misurare, con buona approssimazione, capacità inferiori a 150 unità el. stat. Per capacità maggiori bisogna modificare alquanto il metodo.

HEINKE C. *Sopra correnti periodicamente variabili* (pp. 8-9).

RIECKE E. *Contributo alla dinamica delle vibrazioni in serie di uno spettro a linee* (p. 10).

WIEN W. *Sul calore sviluppato nella scarica elettrica* (pp. 10-11). — L'A. si propone di determinare se il lavoro corrispondente al passaggio dell' elettricità nei gas rarefatti, si trasforma in parte notevole in energia elettromagnetica irradiata, a deprimento del calore Joule.

Perciò pone un tubo a vuoto in un calorimetro a ghiaccio, e misura il calore sviluppato in 10 minuti dalla corrente fornitagli

Digitized by Google

da una batteria di accumulatori. Misura questa corrente; la tensione agli elettrodi, e trova che le differenze tra il calore calcolato e il calore misurato sono piccole, e semplicemente dell' ordine di grandezza degli errori sperimentali.

ELSTER J. und GEITEL H. *Su un apparecchio per misurare la dispersione dell' elettricità nell' aria* (pp. 11-14). — L' apparecchio è l' elettroscopio dell' Exner con alcune modificazioni fatte per adattarlo allo scopo e aumentarne la sensibilità. L' apparecchio giunge ad indicare l' aumento della dispersione dovuta alla presenza di sostanze attive poste in una stanza vicina. Con esso gli A. verificano che la dispersione dipende dalle condizioni atmosferiche, in pianura è eguale tanto per l' elettricità positiva quanto per la negativa; aumenta per tutte e due nelle valli; sulle cime dei monti prevale la dispersione dell' elettricità negativa, vicino alle cadute d' acqua prevale quella dell' elettricità positiva.

I fatti si spiegano bene ammettendo che l' aria contenga particelle cariche alcune di elettricità positiva altre di negativa.

Van der LEE N. J. *Influenza della pressione sulla temperatura critica di mescolanza* (pp. 14-15).

HEIDWEILLER A. *Osservazioni sulla deviazione elettrostatica dei raggi catodici* (pp. 15-16). — Si dispone il tubo del Röntgen in modo da ottenere su una sua parete un' ombra netta dell' anticatodo. Se le scariche sono così deboli da destare una debole fluorescenza, appena visibile al buio, avvicinando al tubo un bastone di ebanite strofinato, l' ombra si dilata per un istante, e si restringe invece avvicinando un bastoncino di vetro.

La variazione è più duratura ponendo l' anticatodo in comunicazione col suolo.

GIESEL F. *Sul radio e sul polonio* (pp. 16-17).

ABBEG R. und BOSE E. *Come vari la velocità di diffusione di elettroliti, quando ad essi se ne aggiunga un altro avente un ione comune* (pp. 17-18). — Dalle teorie del Nernst delle pile a concentrazione e della diffusione, si deduce che aggiungendo a due soluzioni diversamente concentrate di un elettrolita, un altro elettrolita avente col primo un ione comune, e la stessa concentrazione in ogni punto, i due ioni del primo elettrolita si devono muovere per diffusione colle loro velocità naturali.

Effettivamente si abbiano due tubi molto lunghi, contenenti una soluzione diluita di HCl, posta sotto acqua arrossata mediante fenolftaleina e tracce alcaline, l' altro la stessa soluzione di HCl, satura di KCl, sotto una soluzione di KCl arrossata nello stesso modo. Si vede che la decolorazione e quindi il ione H', procede più speditamente nel secondo che nel primo. Inversamente se si

Digitized by Google

ha una soluzione diluita di $H_2Cr_2O_7$ posta in un tubo sotto acqua, nell' altro tubo unita ad H_2SO_4 sotto una soluzione di H_2SO_4, si vede la soluzione, e quindi il ione Cr_2O_7'', avanzarsi più rapidamente nell' acqua che nell' acido.

Azioni analoghe si osservano sostituendo agli acidi le basi.

Occorre che l' elettrolita aggiunto sia in quantità grande rispetto a quello esistente.

BATTELLI A. und MAGRI L. *Sui raggi anodici e sui catodici* (pp. 18-20).

THOMSON J. J. *Sulle masse delle particelle cariche di elettricità negativa nei gas a basse pressioni* (pp. 20-22). — L'A. fondandosi sulla dispersione dell' elettricità negativa nei gas rarefatti, cagionata dalle radiazioni ultraviolette, sull' influenza che ha su di essa un campo magnetico, e tenendo conto dei risultati dovuti ad altre esperienze, conchiude che le particelle che trasportano nei gas rarefatti l' elettricità negativa, hanno una massa eguale a circa $^1/_{700}$ di quella di un ione di idrogeno. Per contro le particelle cariche positivamente avrebbero all' incirca la massa dell' atomo. L' elettrizzazione di un gas avverrebbe mediante lo spezzamento dell' atomo in porzioni; di cui una, o più, piccolissime, cariche negativamente, mentre il rimanente avente circa le stesse proporzioni dell' atomo, sarebbe carico positivamente; le prime riunendosi o staccandosi dall' atomo ne variano la carica, e agiscono come i veicoli dell' elettricità. A. AMERIO.

Communications from the physical laboratory at the University of Leiden. N. 49 e 50.

SIERTSEMA L. H. *Misure sulla rotazione magnetica del piano di polarizzazione nell' ossigeno a diverse pressioni* (pp. 1-6). — In alcuni suoi precedenti lavori l'A. ha supposto che la rotazione sia proporzionale alla densità del gas. In questo egli cerca sperimentalmente se tale supposizione è accettabile, e trova che per l' ossigeno, da 38 atmosfere fino a 100, essa è pienamente giustificata.

KAMERLINGH ONNES H. *Manometri campioni a gas* (pp. 1-21). — È la descrizione di un apparecchio molto preciso attualmente in uso nel laboratorio di Leida. G. ERCOLINI.

FINE DEL VOLUME X. SERIE IV.

Digitized by Google

AUGUSTO ROVIDA

Il 13 Novembre dell' anno corrente spirava nella sua villa di Cascine Bovati il Prof. Augusto Rovida, membro della Società di Fisica e collaboratore del *Nuovo Cimento*.

Egli era nato a Milano nel 1868, e aveva compiuto brillantemente i suoi studi al Politecnico di Milano, dove prese l' abilitazione all' insegnamento di fisica, e all' Università di Pavia, dove si laureò.

Poco di poi egli fu chiamato al posto di Assistente nell'Istituto di fisica dell' Università di Pisa, dove tutti rimpiangono vivamente la sua perdita immatura; e dopo due anni per concorso veniva eletto professore al R. Liceo di Benevento, donde passò a quello di Urbino. Quivi venne pure incaricato dell'insegnamento all' Università e della direzione dell' Osservatorio metereologico; ne partiva il Luglio scorso, portando seco il terribile morbo che doveva condurlo alla tomba.

Aveva scritto 7 memorie su temi di meccanica e di elettricità; ma era questo il momento in cui si era dato con maggior lena e con fede giovanile ai suoi studi prediletti: e stava già attivamente attendendo a ricerche sulle « oscillazioni elettriche », quando la morte lo colpì.

Noi mandiamo alla sua cara memoria il saluto più affettuoso.

Digitized by Google

INDICE

Pagina

ALMANSI E. Influenza delle deformazioni elastiche sul movimento di un pendolo a reversione 85

ALMANSI E. Influenza delle deformazioni elastiche sul movimento di un pendolo a reversione 305

AMERIO A. Se i raggi del Röntgen favoriscano il raffreddamento di un corpo . 366

AMERIO A. Sulla resistenza delle soluzioni saline in movimento . . 276

ANTONELLI A. La dispersione della luce nella teoria elettromagnetica . 372

BATTELLI A. e MAGRI L. Sui raggi anodici e sui raggi catodici . . 264

BATTELLI A. e STEFANINI A. Sulla velocità dei raggi catodici e sulla conduttività elettrolitica dei gas 324

CORBINO O. M Reciprocità nei fenomeni magneto-ottici . . . 408

DRAGO E. Sul fenomeno di Sanford nell'argentana . . . 447

ERCOLINI G. Tre metodi per la misura di piccoli allungamenti . . 241

FLORIO F. Studi su di una classe di dinamo a correnti continue . . 43

GAMBA P. Determinazione delle costanti elastiche di flessione della lavagna . 168

GUGLIELMO G. Intorno ad alcune nuove forme di pompe di Sprengel e ad alcune forme semplici di tubi Röntgen 120

GUGLIELMO G. Intorno ad alcune modificazioni delle pompe di Geissler . 189

GUGLIELMO G. Sui raggi catodici, sui raggi Röntgen e sulle dimensioni e la densità degli atomi 202

INCISA C. CARLO. Sopra un sistema di conduttura sotterranea protetta per tramvie elettriche urbane. 127

LAURICELLA G. Sull'integrazione delle equazioni dell'equilibrio dei solidi elastici isotropi per dati spostamenti in superficie (Parte II) . . . 5

LUSSANA S. Influenza della pressione sulla resistenza elettrica dei metalli . 73

MALAGOLI R. Sul modo di funzionare del coherer . . . 279

MALAGOLI R. e BONACINI C. Sul comportamento dei corpi nella trasformazione dei raggi Röntgen (Risposta al signor G. Sagnac) . . . 433

MARTINI T. Breve replica alla risposta del Dott. Ercolini . . . 42

PACHER G. Anomalia dell'attrito interno dell'acqua in prossimità ai 4 gradi . 434

PACHER G. Su alcune esperienze eseguite coll'interruttore di Wehnelt . 444

PETTINELLI P. Sopra alcune proprietà termiche dell'aria scintillata . . 117

Digitized by Google

Pagina

POCHETTINO A. Sullo smorzamento delle vibrazioni in un risonatore acustico . 47
POCHETTINO A. Sulle variazioni dell'effetto Peltier in un campo magnetico . 284
RIGHI A. Sull'assorbimento della luce per parte di un gas posto nel campo magnetico 20
RIGHI A. Sopra un curioso fenomeno osservato facendo passare una corrente elettrica in un tubo a gas rarefatto 112
RIGHI A. Intorno alla questione della produzione di un campo magnetico, per opera di un raggio luminoso polarizzato circolarmente . . . 115
ROSSI A. G. Alcune osservazioni su l'interruttore elettrolitico . . 199
SCHINCAGLIA I. Ricerche sperimentali sulla luce fluorescente nei solidi . 212
SELLA A. Descrizione di alcune esperienze da scuola . . . 176
SPADAVECCHIA G. Influenza del magnetismo sulle proprietà termoelettriche del bismuto e delle sue leghe 161
STRANEO P. Sulla misura dei fenomeni termoelettrici . . . 269
TARGETTI G. Sulla produzione dell'ozono per via elettrolitica . . 360
TELESCA G. Energia spesa dalle scariche oscillatorie nei tubi a vuoto . 420
TOMMASINA T. Sulla natura e la causa del fenomeno dei coherer . . 223
TOMMASINA T. Sulla sostituzione dell'azione magnetica all'azione meccanica del trembleur, per rompere direttamente le catene di limatura dei coherer . 283
VOLTERRA V. Sul flusso di energia meccanica (Lettura fatta in Como nella seduta del 21 Settembre 1899 della Società Fisica Italiana . . 337
VOLTA A. Sul comportamento di alcuni corpi portati ad elevata temperatura rispetto ai raggi X 431
Una lettera inedita di Volta 401

LIBRI NUOVI

ANAMIS R. I moderni processi fotomeccanici (Recensione del Dott. E. Pasquini). 135
BAUMHAUER H. Darstellung der 32 möglichen Krystallklassen (Recensione di A. Stefanini) 381
BARNI E. Il montatore elettricista (Recensione di R. Pitoni) . . 452
BROCA A. La télégraphie sans fils (Recensione di M. Allegretti) . . 456
CAURO J. La liquéfaction des gaz (Recensione di R. Pitoni) . . 289
COTTON A. Phénomène de Zeeman (Recensione di L. Puccianti) . . 453
CUNIASSE L. e SWILLING R. Essais du commerce et de l'industrie. Modes operatoires (Recensione di G. Magri) 454
Deuxième excursion électrotechnique en Suisse par les élèves de l'école supérieure d'électricité (Recensione di A. Occhialini) 227
DILLAYE F. Principes et pratique d'art en photographie — Le paysage (Recensione di M. Allegretti) 289
D'OCAGNE M. Traité de monographie (Recensione di M. Pandolfi) . . 52
DUHEM P. Traité élémentaire de mécanique chimique fondée sur la thermodinamique (Recensione di A. Stefanini) 229
DUPORCQ E. Premiers principes de géométrie moderne (Recensione di M. Pandolfi) 54
FABRE C. Aide-memoire de photographie per il 1899 (Recensione di R. Federico) 130
JAMIN et BOUTY. Cours de physique de l'école polytechnique. — BOUTY E. Progrès de l'electricité (Recensione del Dott. E. Pasquini) . 231
MAUPIN G. Opinions et curiosités touchant la mathematique, d'après les ouvrages français des 16e, 17e et 18e siecles (Recensione di R. Federico) . . 131
MÜLLER G. Die photometrie der gestirne (Recensione di L. Puccianti) . 381
PANAJOU F. Manuel du photographe amateur (Recensione di R. Federico) . 132
PECHEUX H. Précis de physique industrielle (Recensione di P. G. Melani) . 52

Digitized by Google

Pagina

PEDRETTI G. Manuale dell'automobilista (Recensione di P. G. Melani) . 239
POINCARE H. La théorie de Maxwell et les oscillations hertziennes (Recensione di L. Magri) 51
POINCARÈ H. Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste (Recensione di R. Magini) 128
POINCARÈ H. Cinematique et mecanismes. Potentiel et mecanique des fluides (Recensione di P. Baccei) 134
RAMSAY WILLIAM. Les gaz de l'atmosphere (Recensione di M. Allegretti) . 290
SCHEINER J. Die photographie der gestirne (Recensione di L. Puccianti) . 380
SCHILTZ M. Manuel pratique d'héliogravure en taille-douce (Recensione di P. Baccei) 232
SHIEMANN MAX. Tramvie elettriche (Recensione di G. Carro Cao . . 230
TRUTAT E. Dix leçons de photographie (Recensione di P. G. Melani) . . 291
TRUTAT EUG. La photographie animée (Recensione di R. Federico) . . 133
TURPAIN A. Recherches expérimentales sur les oscillations electriques (Recensione di M. Allegretti). 455
VAN 'T HOFF J. H. Leçons de chimie physique (Recensione di R. Pitoni) . 451
WIEDEMANN E. und EBERT H. Physikalisches Praktikum (Recensione di B. Dessau) 228
NECROLOGIA: Augusto Rovida 468

Società Italiana di Fisica . . . LXVII

RIVISTA.

Comptes Rendus. — 1899.

Abraham H. — Sopra la decomposizione di una corrente ad alto potenziale in una successione di scariche distruttive 298
Amagat E. H. — Saggio di una nuova forma della funzione $f(p\,v\,t) = 0$ relativa ai fluidi 235
Amagat E. H. — Saggio di una nuova forma della relazione $f(p\,v\,t) = 0$; caso dello stato di saturazione 292
Armagnat H. — Contribuzione allo studio dell'interruttore elettrolitico . 297
Bagard H. — Sulle variazioni di resistenza di un conduttore elettrolitico in un campo magnetico. 138
Bary P. — Qualche condizione sul funzionamento dell'interruttore elettrolitico di Wehnelt 296
Becquerel H. — Sulla dispersione anomala del vapore di sodio incandescente e sopra alcune conseguenze di questo fenomeno 138
Becquerel H. — Nota su alcune proprietà dell'irraggiamento dell'uranio e dei corpi radio-attivi 298
Berthelot D. — Sul coefficiente di dilatazione caratteristica dello stato gassoso perfetto 234
Berthelot D. — Sopra una semplice relazione che dà il peso molecolare dei liquidi in funzione delle loro densità e le loro costanti critiche. . . 292
Berthelot D. e Sacerdote P. — Sopra i miscugli dei gas, e la compressibilità dei miscugli gassosi 294
Berthelot D. — Sopra l'aumento di pressione prodotta dalla mescolanza di due gas o sulla compressibilità della mescolanza 384
Berthelot D. — Sul calcolo della compressibilità di una mescolanza gassosa dopo quella dei suoi componenti. 385

Digitized by Google

Pagina

Blondel A. — Sull'interruttore elettrolitico Wehnelt . . . 295
Blondel A. — Sugli archi a correnti alternate dissimetriche fra metalli e carboni 293
Blondlot R. — Produzione di forze elettromotrici per lo spostamento nel seno di un liquido sottoposto all'azione magnetica di masse di conduttività differenti 296
Blondlot R. — Forza elettromotrice prodotta in una fiamma per l'azione magnetica 457
Borgmann J. J. e Petrowsky A. A. — Sopra un caso particolare di oscillazioni elettriche, prodotte da un rocchetto di Ruhmkorff a circuito secondario aperto e sopra un metodo nuovo per misurare le capacità elettriche . . 233
Borel A. — Sopra la polarizzazione rotatoria magnetica del quarzo . . 383
Borgmann J. e Petrovski A. — Sulla capacità elettrica dei corpi cattivi conduttori 384
Bordier H. e Salvador. — Azioni elettrolitiche osservate nella vicinanza di un tubo di Crookes 458
Boudreaux E. — Sopra l'ottenimento degli spettri elettrici mostranti le linee di forza d'un campo elettrico nell'aria 295
Branly E. e Le Bon G. — Sull'assorbimento delle onde hertziane per parte dei corpi non metallici 295
Branly E. — Radioconduttori a sfere metalliche 383
Broca A. — Scarica disruptiva nel vuoto. — Produzione di raggi anodici . 252
Carpentier J. — Perfezionamenti all'interruttore elettrolitico di Wehnelt . 297
Chatelain E. U. — Sopra una nuova pompa a mercurio . . . 384
Coloman de Szily. — Sulla variazione della resistenza elettrica dei metalli e delle loro leghe, dovuta alla torsione 297
Compan P. — Trasmissione della luce nei mezzi torbidi . . . 385
Cotton A. — Birifrangenza prodotta dal campo magnetico, legata al fenomeno di Zeeman 140
Crookes W. — Sulla sorgente d'energia nei corpi radio-attivi . . 139
D'Arsonval A. — Interruttore elettrolitico 234
D'Arsonval. — Azione di alcuni gas sul caoutchouc . . . 459
De Coppet L. C. — Sulla temperatura del massimo di densità delle soluzioni acquose dei cloruri alcalini 459
Dèvé Ch. — Sopra un facometro a oscillazioni 459
De Gramont A. — Sopra uno spettroscopio da laboratorio a dispersione ed a scala regolabili 459
Despretz M. — Sull'isteresimetro costruito dai sigg. Blondel e Carpentier . 137
Dussaud. — Sulla trasmissione dei suoni mediante i raggi ultravioletti. . 139
Fabry Ch. e Perot A. — Sopra una sorgente intensa di luce monocromatica . 384
Fabry Ch., Macé de Lepinay J. e Perot A. — Sopra la misura in lunghezze di onda delle dimensioni di un cubo di quarzo di 4 cm. di lato . . 386
Fery M. — Nuovo metodo galvanometrico 457
Fèry C. — Sul massimo di sensibilità dei galvanometri a quadro mobile . 292
Guillet A. — Sopra una forma semplice di magnetometro . . . 137
Gutton C. — Comparazione delle velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche nell'aria e lungo i fili 458
Henry C. — Actino-fotometro fondato sopra delle relazioni fra lo splendore del solfuro di zinco fosforescente, l'intensità o la natura delle sorgenti eccitatrici 297
Hurmuzescu. — Sulla trasformazione dei raggi X operata dai diversi corpi . 234
Korda D. — L'influenza del magnetismo sulla conducibilità calorifica del ferro . 233
Lagrange E. — A proposito della guaina luminosa elettrolitica . . 385
Le Bon G. — Sulle proprietà ottiche della luminescenza residua invisibile . 139
Le Bon G. — Sulla trasparenza dei corpi opachi per le radiazioni luminose di grande lunghezza d'onda 140
Leduc A. — Sull'esperienza di Lord Kelvin e Joule . . . 137

Digitized by Google

Pagina

Leduc A. — Polimerizzazione dei vapori anomali: perossido di azoto e acido acetico 386
Leduc S. — Raggi emessi da una punta elettrizzata 457
Le Chatelier H. — Sopra la dilatazione delle leghe metalliche . . 457
Le Roy A. — Sopra l'azione di un aumento o di una diminuzione di pressione sull'interruttore elettrolitico 296
Lefebvre P. — Punti correlativi dei punti di Bravais 297
Lefebvre P. — Punti di Bravais e poli 386
Lienard. — A proposito di una Nota del Pellat, sulla polarizzazione dei dielettrici 459
Londe A. — Sopra un nuovo apparecchio destinato all'orientazione delle radiografie e alla ricerca dei corpi estranei 294
Lumière A. e L. — Sull'azione della luce alle temperature molto basse . 233
Moreau G. — Sulla torsione permanente ed il punto di ricalescenza dell'acciaio . 139
Negreano D. — Sopra gli elementi magnetici in Rumania al 1° Gennaio 1895 . 294
Negreano D. — Una quistione di priorità relativamente alla relazione $\frac{k-i}{(k+2)d}$=cost fra la costante dielettrica e la densità 294
Negreano D. — Metodo rapido per la determinazione del calore specifico dei liquidi 295
Osmond F. — Sopra gli acciai da calamite 459
Pellat H. — Sulla polarizzazione vera dei dielettrici posti in un campo elettrico . 385
Pellat H. — Dell'aumento dell'intensità media della corrente per l'introduzione del primario del rocchetto, nel caso dell'interruttore elettrolitico di Wehnelt 293
Pellat H. — Sull'interruttore di Wehnelt 294
Pellat H. — Difetto di generalità della teoria della polarizzazione fittizia dei dielettrici 384
Perot A. e Fabry Ch. — Sopra l'alimentazione dei tubi di Michelson per mezzo di diverse sorgenti elettriche 385
Perot A. — Sull'espressione dell'energia di un circuito e la legge dell'elettro-calamita 139
Poincaré H. — Il fenomeno di Hall e la teoria di Lorentz 232
Ponsot A. — Misura diretta della pressione osmotica di soluzioni diluitissime di cloruro di sodio 457
Righi A. — Sull'assorbimento della luce per opera di un corpo posto in un campo magnetico 136
Sagnac G. — Emissione di differenti raggi molto diversamente assorbibili nella trasformazione dei raggi X operata da uno stesso corpo 140
Sagnac G. — Sulla trasformazione dei raggi X operata dai diversi corpi . 336
Tommasina T. — Sopra un coherer sensibilissimo, ottenuto per il semplice contatto di due carboni, e sopra la costatazione d'extra-correnti indotte nel corpo umano dalle onde elettriche 293
Tommasina T. — Sopra la produzione di catene di depositi elettrolitici, e la formazione probabile di catene conduttrici invisibili, nell'acqua distillata, sotto l'azione delle correnti di self-induzione e delle onde elettriche: e sopra un curioso fenomeno di oscillazioni prodotto nell'acqua distillata dalle correnti indotte a debole frequenza. 383
Tommasina T. — Sopra la sostituzione dell'azione magnetica all'azione meccanica, per rompere direttamente le catene della limatura nei coherer . 385
Villard. — Sull'azione chimica dei raggi X 139
Villard P. — Raddrizzatore catodico per correnti indotte . . . 298
Weiss P. — Sull'impiego delle frangie di diffrazione alla lettura delle deviazioni galvanometriche 295

Digitized by Google

Pagina

Umbert G. — Trasformazione del cannocchiale di Galileo in strumento stadimetrico 294

Journal de Physique. — 1899.

Berthelot D. — Sopra un metodo puramente fisico per la determinazione dei pesi molecolari dei gas e dei pesi atomici dei loro elementi . . . 388
Bouasse H. — Sopra un'esperienza di tiazione 387
Branly E. — Resistenza elettrica al contatto di due dischi di uno stesso metallo 300
Branly E. — Una scatola metallica non si lascia attraversare dalle oscillazioni hertziane 300
Branly E. — Radioconduttori a dischi metallici 389
Carvallo E. — Sui cicli irreversibili e il teorema di Clausius . . 302
Coloman de Szily. — Sulla variazione della resistenza elettrica dei metalli e delle loro leghe per effetto della torsione 389
D'Arsonval. — Interruttore elettrolitico 387
Dufour M. — Osservazione sulle reti di conduttori — Una proprietà del ponte di Wheatstone 302
Gerrit Bakker. — Relazione fra le leggi caratteristiche dei gas perfetti . 387
Guillaume. — Costruzione meccanica delle curve terminali delle spirali . . 300
Guillaume. — Osservazioni sugli acciai al nichel 302
Houllevigue L. — Sulle proprietà irreversibili dei ferro-nichel . . 301
Lafay A. — Abachi relativi alla riflessione vitrea 302
Macé de Lépinay I. — Sul calcolo dei coefficienti della serie di Fourier . 302
Marchis L. — Contributo allo studio sperimentale della tempera e della ricottura del vetro 387
Métral P. — Dimostrazione del principio di Archimede pei gas . . 387
Michelson A. — Sopra lo spettroscopio a gradinata. 389
Pellat H. e Sacerdote P. — Sulla variazione delle costanti dielettriche colla temperatura 299
Pellat H. — Sulla legge di Joule e la legge di Gay-Lussac . . . 302
Pellat H. — Perdita d'elettricità per evaporazione dell'acqua elettrizzata — Vapore emesso da un liquido non elettrizzato — Applicazione all'elettricità atmosferica — Influenza del fumo 387
Pellin Ph. e Broca A. — Spettroscopio a deviazione fissa . . . 389
Perreau E. — Sul metodo delle coincidenze 387
Sacerdote D. — Sulle deformazioni elastiche dei vasi spessi . . . 387
Sacerdote P. — La legge della mescolanza dei gas — Nuovo apparecchio di dimostrazione 389
Sagnac G. — Trasformazioni dei raggi X per mezzo della materia . . 300
Villard P. — Sui raggi catodici 298

Annales de Chimie et de Physique. — 1899.

Berthelot. — Azioni chimiche esercitate dall'effluvio elettrico . . 55
Berthelot. — Su alcune relazioni fra le energie luminose e le energie chimiche . 390
Brillouin M. — Teoria molecolare dell'attrito dei solidi levigati . . 58
Crova A. — Nota sull'attinometro a alcool 60
Dahms A. — Sulla congelazione dei miscugli d'acido acetico e d'acqua . 392
De Coppet L. C. — Sulla congelazione dei miscugli d'acido acetico e di acqua e sulla solubilità reciproca di questi due corpi 57
De Coppet L. C. — Risposta alla Nota del Sig. A. Dahms . . . 392

Digitized by Google

Pagina

Dewar James. — Sul punto d'ebollizione dell'idrogeno liquido sotto pressione ridotta 60
Dewar James. — Applicazione dell'idrogeno liquido alla produzione dei grandi vuoti e loro esame spettroscopico 60
Ditte A. — Sulle proprietà dell'alluminio 56
Fabry Ch. e Perot A. — Teoria e applicazioni d'un nuovo metodo di spettroscopia interferenziale 56
Gutton G. — Ricerche sperimentali sul passaggio delle onde elettriche da un conduttore ad un altro 390
Lafay A. — Sulla polarizzazione della luce diffusa dal vetro spulito . . 59
Leduc A. — Alcune applicazioni dei volumi molecolari . . . 61
Leduc A. — I calori specifici dei gas e l'equivalente meccanico della caloria . 390
Mascart E. e Benard H. — Sul potere rotatorio dello zucchero . . 61
Neyreneuf. — Memoria sui tubi sonori irregolari e conici . . . 59
Perot A. e Fabry C. — Metodi interferenziali per la misura dei grandi spessori e il confronto delle lunghezze d'onda 57
Raoult F. M. — Crioscopia di precisione. — Applicazione ad alcune soluzioni acquose 56

The Physical Review. — 1899.

Atwater O. W. e Rosa E. B. — Un nuovo calorimetro per respirazione ed esperienze sulla conservazione dell'energia nel corpo umano - I . . 460
Barry Mac Nutt. — Forza elettro motrice di polarizzazione di pile elettrolitiche per correnti di piccolissima densità 64
Baun F. G. — Metodo generale per determinare la migliore lettura di uno strumento col minore errore nella misura di una data quantità . . 63
Foster W. J. — Conducibilità e dissociazione di alcuni elettroliti . . 66
Foster W. — L'idrolisi del cloruro di stagno 396
Franklin W. S. e Clark S. S. — Una curva normale di magnetizzazione del ferro 56
Gressmann G. W. — La resistenza elettrica delle amalgame di piombo a basse temperature 394
Hartmann L. W. — Studio fotometrico dei miscugli di acetilene ed idrogeno bruciati nell'aria 461
Hotchkiss J. H. — Apparecchio portatile per la fotografia simultanea delle curve di due correnti variabili 63
Humphreys W. J. — L'interruttore elettrolitico di Wehnelt . . . 394
Kaun L. — Fenomeni di radiazione dovuti a strati luminosi di balsamo . 65
Kester F. E. — Un metodo per lo studio dei solfuri fosforescenti . . 460
Kinsley C. — Un metodo per misurare la frequenza di correnti alternate . 65
Mac Gregor J. G. — Sulla applicabilità della teoria della dissociazione alla elettrolisi di soluzioni acquose contenenti due elettroliti con un ione comune . 62
Magie W. F. — Calore specifico di soluzioni che non sono elettroliti . . 396
Nichols E. L. — Nota sul coefficiente di dilatazione del ghiaccio . . 64
Quick R. W. — Acqua simultaneamente gelante e bollente . . . 397
Ramsey R. R. — Studio fotografico di pile elettrolitiche . . . 461
Rosa E. B. — Sulla derivazione delle equazioni di un'onda elettromagnetica piana 66
Shedd J. C. — Un modello meccanico della macchina Carnot . . 63
Shedd J. C. — Studio interferometrico delle radiazioni in un campo magnetico - I 392
Shedd J. C. — Studio interferometrico delle radiazioni in un campo magnetico - II 396
Stevens J. S. e Dorsey H. G. — Effetto della magnetizzazione sulla elasticità delle verghe. 397

Digitized by Google

Pagina

Thompson J. O. — Sul periodo e decremento logaritmico di un filo vibrante continuamente 63
Waitner W. e Mallory F. — Confronto del termometro a mercurio del Rowland con un termometro a platino Callendar-Griffith; confronto del termometro a platino con un termometro Tonnelot campionato al Bureau International, e riduzione del valore Rowland dell'equivalente meccanico del calore alla scala ad azoto di Parigi 64
Webb H. S. — Determinazione della perdita d'isteresi nel ferro per piccole induzioni 67
Weston C. P. — Determinazione del modulo di elasticità per piccoli pesi . 66
Zeleny J. — Sulle correnti di convezione e sulla caduta di potenziale agli elettrodi di conduzione prodotte dai raggi Röntgen . . . 63

Zeitschrift für Physik. Chem. — 1899.

Arrhenius Svante. — Per la teoria della velocità di reazione. . . 153
Bakhuis Roozeboom H. W. — Intorno alla solidificazione di mescolanze liquide di corpi tautomeri 151
Bakhuis Roozeboom H. W. — La solubilità e il punto di fusione come criterii per i composti racemici, per i cristalli pseudo-racemici e per i conglomerati inattivi 238
Bakker Dr. G. — Osservazioni intorno alla " Teoria termodinamica di capillarità di van der Waals „ 304
Barmwater F. — Sulla natura della pressione osmotica . . . 145
Barmwater F. — Sopra la conducibilità elettrica di mescolanze di elettroliti . 236
Bein Dr. Willy. — Alcune esperienze sopra il trasporto dei sali in relazione alla natura delle membrane che separano fra loro le soluzioni dagli elettrodi. — Contributo al comportamento delle membrane sulle soluzioni saline . 237
Bodenstein Max. — Le reazioni dei gas nella cinetica chimica. — Velocità di reazione e falso equilibrio 464
Cohen Ernst. — Sulla velocità di inversione in soluzioni acquose alcooliche . 146
Cohen Ernst. — Sulla resistenza interna degli elementi normali . . 304
Dieterici C. — Relazione fra lavoro osmotico e pressione osmotica . . 464
Duhem P. — Le variazioni permanenti e la termodinamica — IV. Sopra alcune proprietà dei sistemi che dipendono da una sola variabile normale, specialmente riguardo alla rottura dei corpi elastici 302
Euler Hans. — Intorno alle relazioni fra il potere dissociante, la costante dielettrica e lo stato molecolare dei liquidi 303
Goodwin H. M. e Burgers George K. — Sopra la pressione osmotica di alcune soluzioni eteree, e loro relazione colla legge di Boyle e van 't Hoff. . 145
Goldschmidt Heinrich e Salcher M. Richard. — Studi sulla aminolisi . . 463
Hittorf W. e Salkowski H. — Intorno ad una riguardevole classe di acidi inorganici, e al loro comportamento elettrolitico 239
Hulett A. George. — Continuità nella trasformazione solido-liquida . . 303
Jahn Hans. — Polarizzazione galvanica nelle soluzioni di solfati alcalini . 462
Kauffmann Hugo. — Studi sulle vibrazioni elettriche (seconda Nota) . . 303
Kieseritzky Richard. — Determinazione per via elettrometrica della costituzione dei corpi 236
Kuenen J. P. e Robson W. G. — Solubilità reciproca dei liquidi. Tensione di vapore e punto critico delle mescolanze 154
Macy E. — Le combinazioni del Li, Na, e K col Hg determinate dal loro volume specifico 468

Digitized by Google

Pagina

Marchis L. — Le continue modificazioni del vetro e lo spostamento dello zero nei termometri — I. Influenza dei cambiamenti di temperatura sullo spostamento dello zero dei termometri 461
Mc. Choyne Gordon Clarence. — Potenziale di contatto fra i metalli e i sali fusi; dissociazione di questi 151
Meyerhoffer W. e Saunders A. P. — Intorno alle coppie reciproche di sali . 237
Noyes Artur. — Relazione fra lavoro osmotico e pressione osmotica . . 146
Noyes A. Arthur. — Espressione termodinamica per il calore di soluzione e di dissociazione degli elettroliti 237
Noyes A. Arthur e Chapin S. Edward. — Influenza degli elettroliti a due ioni sulla solubilità degli elettroliti a tre ioni affatto differenti . . 238
Palmaer Wilhelm. — Determinazione per via chimica della variazione di concentrazione negli elettrodi a goccia 149
Ramsay W. e Travers M. W. — Preparazione e proprietà dell'argo puro . 148
Richards Th. W. e Lewis G. N. — Alcune proprietà elettrochimiche e termochimiche delle amalgame di zinco e cadmio 141
Richard William Theodor e Churchill Jesse Briggs. — Le temperature di trasformazione di sistemi complessi come punti fissi nella termometria . . 152
Rimbach E. — Sulla variazione del grado di rotazione degli elettroliti attivi in soluzioni acquose diluite 148
Schreber K. — Contributo sperimentale alla teoria della pressione osmotica . 144
Schenck Rudolf. — Ricerche sui liquidi cristallini 150
Sullivan C. Eugene. — Studi sulle combinazioni del jodio 238
Sulc O. — Azione catalitica di alcuni metalli sulle soluzioni di acido ossalico . 304
Tammann G. — Sulla viscosità dei liquidi soprafusi 142
Tammann G. — Osservazioni del sig. F. W. Küster sopra la velocità di cristallizzazione 145
Tammann G. — Sulla velocità di cristallizzazione - III . . . 462
Tanatar S. — Sui perborati 464
Van Aubel Edm. — Sopra la conducibilità termica dei liquidi . . 153
Van Laar J. J. — Ultima parola in risposta alla nota del sig. Noyes . . 464
Von Hemptinne A. e Bekaert A. — Sulla velocità di reazione . . 147
Wagner Julius. — Reazione fra il permanganato potassico e l'acido cloridrico sotto l'influenza dei catalizzatori 143
Wagner Julius. — Intorno alla misura volumetrica dei liquidi e alla preparazione delle soluzioni normali 146
Wald F. — Che cosa è un individuo chimico? 142
Wiedeburg O. — Calore, energia, entropia 462

Physikalische Zeitschrift. — 1899.

Abbeg R. und Bose E. — Come vari la velocità di diffusione di elettroliti, quando ad essi se ne aggiunga un altro avente un ione comune. . . 466
Barus C. — L'azione dell'acqua sul vetro caldo 465
Battelli A. und Magri L. — Sui raggi anodici e sui catodici . . 467
Elster J. und Geitel H. — Su un apparecchio per misurare la dispersione dell'elettricità nell'aria 466
Giesel F. — Sul radio e sul polonio 466
Heinke C. — Sopra correnti periodicamente variabili . . . 465
Heidweiller A. — Osservazioni sulla deviazione elettrostatica dei raggi catodici . 466
Riecke E. — Contributo alla dinamica delle vibrazioni in serie di uno spettro a linee 465

Digitized by Google

Pagina

Schaum Karl. — Sui movimenti di cristalli in soluzione . . . 465
Thomson J. J. — Sulle masse delle particelle cariche di elettricità negativa nei gas a basse pressioni 467
Van der Lee N. J. — Influenza della pressione sulla temperatura critica di mescolanza 466
Wachsmuth R. und Bergwitz K. — Determinazione di capacità mediante la doppia rifrazione elettrica 465
Wien W. — Sul calore sviluppato nella scarica elettrica . . . 465

Wiedemann's Annalen. — 1898.

Abegg R. — Su le determinazioni del punto di gelo delle soluzioni diluite e i loro rapporti con la teoria 155
Auerbach F. — Su le diminuzioni di resistenza prodotte dalle oscillazioni elettriche ed acustiche. 157
Bucherer A. H. — Su la pressione osmotica 156
Dahms A. — Calore di separazione nelle soluzioni, abbassamento del punto di gelo, solubilità 156
Dorn E. — Su la visibilità dei raggi del Röntgen 158
Hess A. — Reclamazione 158
Jaeger W. e Kahle K. — Dati su l'unità di resistenza dell'Istituto fisico tecnico imperiale 155
Kohlrausch L., Holborn L. e Diesselhorst H. — Nuovi dati su la conducibilità degli elettroliti 154
Lummer O. e Pringsheim E. — Determinazione del rapporto k dei calori specifici per alcuni gas 156
Martens F. F. — A proposito di un metodo per tracciare sul vetro delle graduazioni chiare su fondo scuro 158
Quinke G. — Su la tensione superficiale dell'oro puro . . . 158
Rubens H. e Aschkinass E. — Osservazioni su l'assorbimento e l'emissione del vapore d'acqua e dell'anidride carbonica nello spettro ultrarosso . . 156
Rubens H. e Aschkinass E. — Su la trasparenza di certi liquidi per i raggi termici di grande lunghezza d'onda 157
Wiedeburg O. — Terza memoria sopra i processi irreversibili. . . 156
Wiedemann E. e Wehnelt A. — Sopra i punti nodali che si formano in un fascio di raggi catodici per l'azione delle forze magnetiche . . 157

Philosophical Magazine. — 1899.

Barton E. H. — Resistenza equivalente e induttanza di un filo percorso da correnti oscillanti 239
Barus C. — Assorbimento dell'acqua nel vetro caldo . . . 239
Chree C. — Vibrazioni longitudinali nei cilindri solidi e cavi . . 158
Chree C. — Denudazione e deposizione 240
Filon L. N. G. — Su certe frange di diffrazione applicabili alle osservazioni microscopiche 239
Griffiths A. — Nota sulla sorgente di energia nella convezione diffusiva . 398
Griffiths A. — Studio di un apparecchio per la misura della velocità della diffusione dei solidi disciolti nei liquidi. 398
Johonnott E. S. jun. — Spessore della macchia nera nelle lamine liquide . 397
Lehfeldt R. A. — Proprietà dei miscugli liquidi 70
Lodge O. — Sull'opacità 160

Digitized by Google

Pagina

Lord Kelvin. — Applicazione della teoria dinamica di Sellmeier alle linee oscure D_1 e D_2 prodotte dal vapore del sodio 71
Lord Kelvin. — Sulla forza che occorre applicare in uno spazio limitato, per produrre onde sferiche solitarie, o una serie di onde periodiche, sia senza cambiamento di volume, sia prive di rotazione in un solido elastico . . 240
Lord Rayleigh. — Sul raffreddamento dell'aria pel raggiamento e per la conduzione, e sulla propagazione del suono 71
Lord Rayleigh. — Sulla conduzione del calore in una massa sferica d'aria limitata da pareti a temperatura costante 71
Lord Rayleigh — Sulla trasmissione della luce attraverso un'atmosfera contenente piccole particelle in sospensione, e sulla causa del color bleu del cielo . 160
Lord Rayleigh. — Sul calcolo della frequenza delle vibrazioni fondamentali, con un esempio tratto dall'idrodinamica 400
Marchant E. W. — Esperienze con la scarica da una punta . . . 72
Morton W. B. — Sulla propagazione di oscillazioni elettriche smorzate lungo fili paralleli 71
Pitcher F. H. — Effetti della temperatura e della magnetizzazione circolare sul filo di ferro magnetizzato longitudinalmente 239
Rose-Innes J. e Young Sidney. — Sulle proprietà termiche del pentano normale . 159
Shakespear G. A. — Applicazione di un metodo d'interferenza alla determinazione del modulo di Young per i fili, e sua relazione coi cambiamenti di temperatura e di magnetizzazione; sua applicazione allo studio del cambiamento delle dimensioni dei fili di ferro e di acciaio con la magnetizzazione . . 398
Stoney G. J. — Denudazione e deposizione 160
Stoney G. J. — Denudazione e deposizione - Parte II . . . 400
Stoney G. — La quantità di ossigeno dell'atmosfera, confrontata con quella della crosta terrestre 400
Sutherland W. — Raggi catodici, di Lenard e di Röntgen . . . 69
Taudin Chabot J. J. — Combinazione di un'esperienza di Ampère con una di Faraday 71
Thomson J. J. — Sulla teoria della conduzione dell'elettricità attraverso i gas per mezzo di ioni carichi 67
Thomson J. J. — Nota sulla Memoria del Sutherland sui raggi catodici . 160
Wood R. W. — Alcune esperienze sui miraggi e sui tornados artificiali . 158
Wood R. W. — Applicazione dei reticoli di diffrazione alla fotografia dei colori . 159

Comunications from the physical laboratory of Leiden. — 1899.

Kamerlingh Onnes H. — Manometri campioni a gas 467
Siertsema L. H. — Misure sulla rotazione magnetica del piano di polarizzazione nell'ossigeno a diverse pressioni 467
Van Everdingen E. Jr. — I fenomeni galvano-magnetico e termo-magnetico nel bismuto 72
Verschaffelt J. — Misure sul sistema di linee isoterme vicino al punto doppio, e specialmente sul processo della condensazione retrograda di un miscuglio di acido carbonico e idrogeno 72
Verschaffelt J. — Misure sul cambiamento di pressione con la sostituzione di un componente all'altro nel miscuglio di acido carbonico e idrogeno . . 72

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

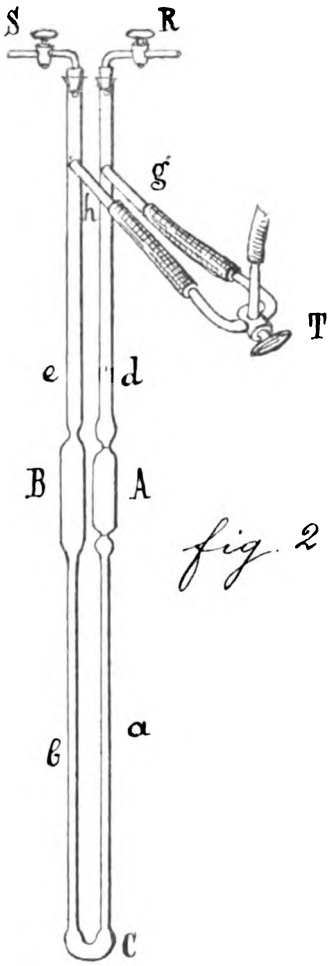
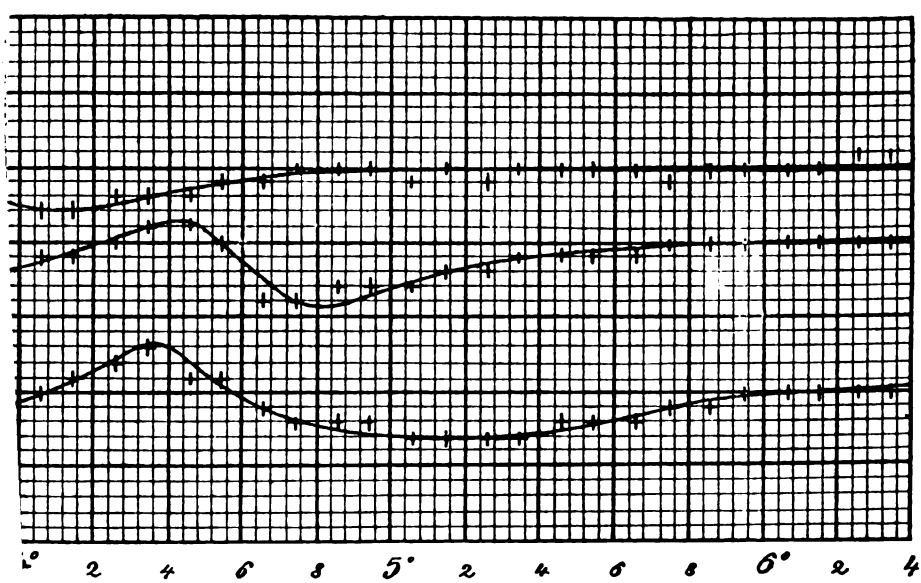


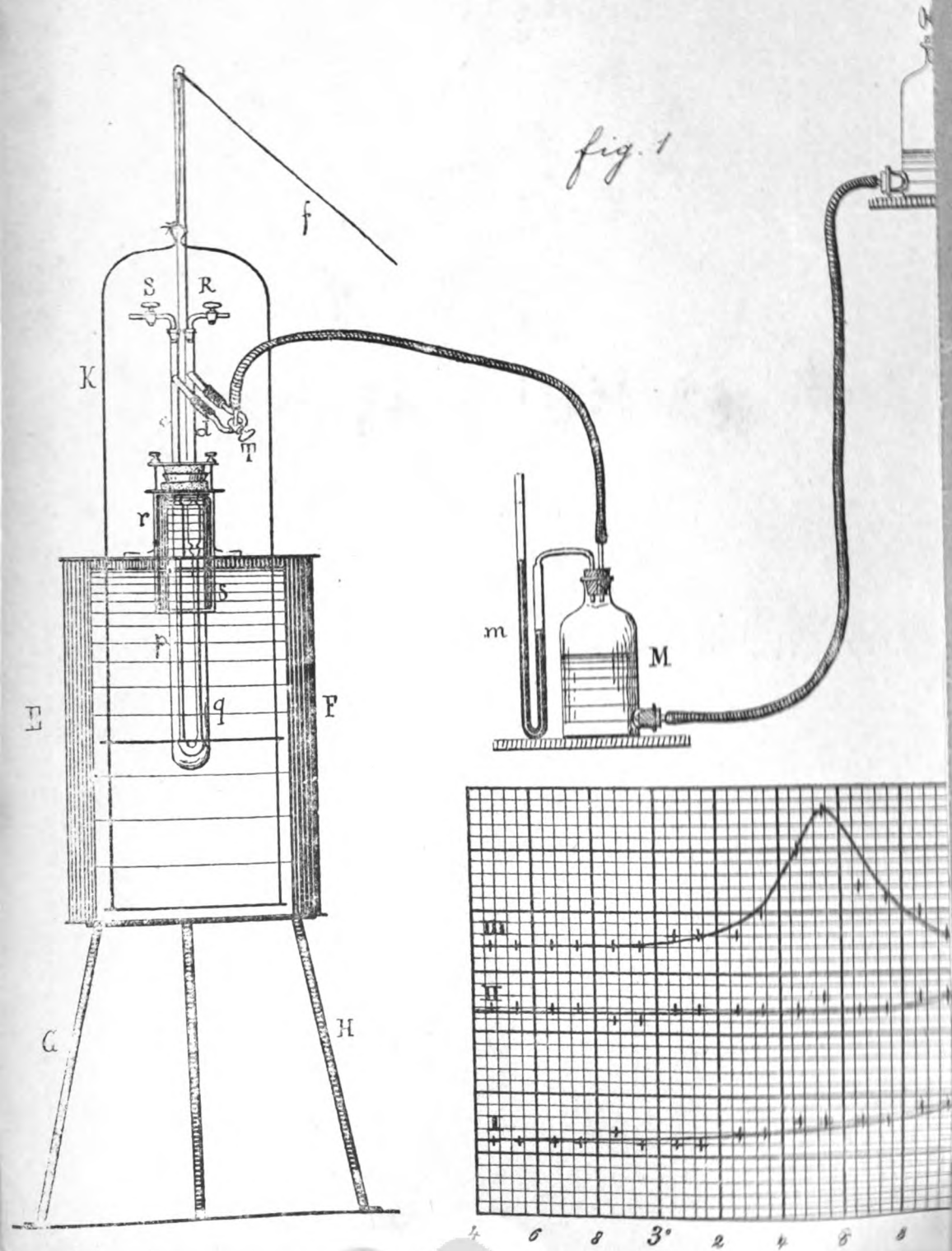
fig. 2



G. Pacher dis.

Digitized by Google

fig. 1



Digitized by Google

Digitized by Google

INDICE *(seguito)*.

Pagina

Kester F. E. — Un metodo per lo studio dei solfuri fosforescenti . . 460
Hartmann L. W. — Studio fotometrico dei miscugli di acetilene ed idrogeno bruciati nell'aria 461
Ramsey R. R. — Studio fotografico di pile elettrolitiche . . . ivi

(R. Salvador:). **Zeitschrift für Physik. Chem.** Vol. 29, N. 1, 1899.

Marchis L. — Le continue modificazioni del vetro e lo spostamento dello zero nei termometri — I. Influenza dei cambiamenti di temperatura sullo spostamento dello zero dei termometri ivi
Wiedeburg O. — Calore, energia, entropia 462
Tammann G. — Sulla velocità di cristallizzazione - III . . . ivi
Jahn Hans. — Polarizzazione galvanica nelle soluzioni di solfati alcalini . ivi
Goldschmidt Heinrich e Salcher M. Richard. — Studi sulla aminolisi . . 463
Maey E. — Le combinazioni del Li, Na, e K col Hg determinate dal loro volume specifico ivi
Dieterici C. — Relazione fra lavoro osmotico e pressione osmotica . . 464
Bodenstein Max. — Le reazioni dei gas nella cinetica chimica. — Velocità di reazione e falso equilibrio ivi
Van Laar J. J. — Ultima parola in risposta alla nota del sig. Noyes . . ivi
Tanatar S. — Sui perborati ivi

(A. Amerio). **Physikalische Zeitschrift.** N. 1 e 2, Ottobre 1899.

Barus C. — L'azione dell'acqua sul vetro caldo 465
Schaum Karl. — Sui movimenti di cristalli in soluzione . . . ivi
Wachsmuth R. und Bergwitz K. — Determinazione di capacità mediante la doppia rifrazione elettrica ivi
Heinke C. — Sopra correnti periodicamente variabili . . . ivi
Riecke E. — Contributo alla dinamica delle vibrazioni in serie di uno spettro a linee ivi
Wien W. — Sul calore sviluppato nella scarica elettrica . . . ivi
Elster J. und Geitel H. — Su un apparecchio per misurare la dispersione dell'elettricità nell'aria 466
Van der Lee N. J. — Influenza della pressione sulla temperatura critica di mescolanza ivi
Heidweiller A. — Osservazioni sulla deviazione elettrostatica dei raggi catodici . ivi
Giesel F. — Sul radio e sul polonio ivi
Abbeg R. und Bose E. — Come vari la velocità di diffusione di elettroliti, quando ad essi se ne aggiunga un altro avente un ione comune. . . ivi
Battelli A. und Magri L. — Sui raggi anodici e sui catodici . . 467
Thomson J. J. — Sulle masse delle particelle cariche di elettricità negativa nei gas a basse pressioni ivi

(G. Ercolini). **Communications from the physical laboratory at the University of Leiden.** N. 49 e 50, 1899.

Siertsema L. H. — Misure sulla rotazione magnetica del piano di polarizzazione nell'ossigeno a diverse pressioni ivi
Kamerlingh Onnes H. — Manometri campioni a gas . . . ivi

Digitized by Google

INDICE

Pagina

Una lettera inedita di Volta 401
CORBINO O. M. Reciprocità nei fenomeni magneto-ottici . . . 408
TELESCA G. Energia spesa dalle scariche oscillatorie nei tubi a vuoto . 420
VOLTA A. Sul comportamento di alcuni corpi portati ad elevata temperatura rispetto ai raggi X 431
MALAGOLI R. e BONACINI C. Sul comportamento dei corpi nella trasformazione dei raggi Röntgen (Risposta al signor G. Sagnac) . . . 438
PACHER G. Anomalia dell'attrito interno dell'acqua in prossimità ai 4 gradi . 434
PACHER G. Su alcune esperienze eseguite coll'interruttore di Wehnelt . 444
DRAGO E. Sul fenomeno di Sanford nell'argentana . . . 447

NECROLOGIA: Augusto Rovida 468

LIBRI NUOVI

VAN 'T HOFF J. H. Leçons de chimie physique (Recensione di R. Pitoni) . 451
BARNI E. Il montatore elettricista (Recensione di R. Pitoni) . . 452
COTTON A. Phénomène de Zeeman (Recensione di L. Puccianti) . . 453
CUNIASSE L. e SWILLING R. Essais du commerce et de l'industrie. Modes operatoires (Recensione di G. Magri) 454
TURPAIN A. Recherches expérimentales sur les oscillations electriques (Recensione di M. Allegretti). 455
BROCA A. La télégraphie sans fils (Recensione di M. Allegretti) . . 456

RIVISTA.

(E. PASQUINI). **Comptes Rendus.** T. CXXVIII, Giugno 1899.

Fery M. — Nuovo metodo galvanometrico 457
Le Chatelier H. — Sopra la dilatazione delle leghe metalliche . . ivi
Ponsot A. — Misura diretta della pressione osmotica di soluzioni diluitissime di cloruro di sodio ivi
Leduc S. — Raggi emessi da una punta elettrizzata . . . ivi
Blondlot R. — Forza elettromotrice prodotta in una fiamma per l'azione magnetica ivi
Gutton C. — Comparazione delle velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche nell'aria e lungo i fili 458
Bordier H. e Salvador. — Azioni elettrolitiche osservate nella vicinanza di un tubo di Crookes ivi
Osmond F. — Sopra gli acciai da calamite 459
D'Arsonval. — Azione di alcuni gas sul caoutchouc . . . ivi
De Coppet L. C. — Sulla temperatura del massimo di densità delle soluzioni acquose dei cloruri alcalini ivi
Dèvé Ch. — Sopra un facometro a oscillazioni ivi
De Gramont A. — Sopra uno spettroscopio da laboratorio a dispersione ed a scala regolabili ivi
Lienard. — A proposito di una Nota del Pellat, sulla polarizzazione dei dielettrici ivi

(G. ERCOLINI). **The Physical Review.** Vol. IX, Settembre 1899.

Atwater O. W. e Rosa E. B. — Un nuovo calorimetro per respirazione ed esperienze sulla conservazione dell'energia nel corpo umano - I . . 460

(Segue l'indice nella pagina precedente).

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Series 4 1899 Scattered Issues
PITY

DATE DUE			

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
STANFORD, CALIFORNIA 94305-6004

Digitized by Google

Digitized by Google

Series 4 1899 Scattered Issues
PITY

DATE DUE			

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
STANFORD, CALIFORNIA 94305-6004

Digitized by Google